

**EL PAPEL DEL INGENIERO DE SISTEMAS EN COLOMBIA
EN LA TRANSFORMACIÓN HACIA UNA RACIONALIDAD DEMOCRÁTICA,
SEGÚN LA TEORÍA CRÍTICA DE LA TECNOLOGÍA**

SOFÍA LÓPEZ GONZÁLEZ

Ingeniera de Sistemas

Universidad del Valle

Master en Ingeniería de Software

Universidad Politécnica de Madrid

UNIVERSIDAD EAFIT

DEPARTAMENTO DE HUMANIDADES

MAESTRÍA EN ESTUDIOS HUMANÍSTICOS

MEDELLÍN

2017

**El papel del ingeniero de sistemas en Colombia en la transformación hacia una
racionalidad democrática, según la Teoría Crítica de la Tecnología**

SOFÍA LÓPEZ GONZÁLEZ

Ingeniera de Sistemas

Universidad del Valle

Master en Ingeniería de Software

Universidad Politécnica de Madrid

Trabajo de grado para optar al título de

Magíster en Estudios Humanísticos

Director:

JORGE WILLIAM MONTOYA SANTAMARÍA

Doctor en Epistemología, Historia de las ciencias y de las técnicas

Universidad de París VII Denis Diderot, Francia

UNIVERSIDAD EAFIT

DEPARTAMENTO DE HUMANIDADES

MAESTRÍA EN ESTUDIOS HUMANÍSTICOS

MEDELLÍN

2017

CONTENIDO

1. Introducción	5
2. Marco teórico	13
2.1. Teoría Crítica de la Tecnología	16
2.2. Énfasis en el diseño tecnológico	25
2.3. Sistemas técnicos.....	30
3. Formación de los ingenieros de <i>software</i> a la luz de la Teoría Crítica de la Tecnología	38
3.1. Propósito de la Ingeniería de Sistemas en Colombia	39
3.1.1. La globalización del conocimiento en computación	44
3.1.2. ¿Enfoque computacional contra enfoque sistémico? ¿enfoque investigativo contra enfoque empresarial?	51
3.2. Perfil del ingeniero de sistemas	57
3.2.1. Adaptabilidad al cambio	59
3.2.2. Habilidades comunicativas	61
3.2.3. Conocimiento práctico y teórico.....	63
3.2.4. Trabajo en proyectos	64
3.2.5. Diálogo industria-academia.....	66
3.2.6. Desarrollo de habilidades ‘blandas’	69
3.2.7. Conciencia de los problemas éticos y sociales actuales	71
3.3. Currículo de la Ingeniería de Sistemas en Colombia	72

4. Análisis de la práctica laboral de los ingenieros de <i>software</i>, de cara a la Teoría Crítica de la Tecnología	82
4.1. La lógica empresarial	85
4.1.1. Departamentos de tecnología en compañías de diferentes sectores de la economía.....	85
4.1.2. Fábricas de <i>software</i>	89
4.2. La idea del emprendimiento	100
5. Conclusiones	112
6. Referencias	121

1. Introducción

En la actualidad, las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) han cobrado una importante relevancia dentro de la sociedad: los avances tecnológicos han permitido que en casi todos los campos del conocimiento se den cambios en la manera de hacer las cosas, inconcebibles tan solo algunas décadas atrás.

Si bien esta evolución tecnológica tuvo su inicio con el desarrollo de *hardware* de cada vez menor tamaño y más potencia, la industria del *software* ha sido gran protagonista en esta coyuntura, al punto que hoy se constituye como una potencia económica global, que además determina el rumbo de aspectos cotidianos de la sociedad, como por ejemplo, las tendencias mundiales en telecomunicaciones, en economía, educación y otros ámbitos. Los actores involucrados en esta industria hoy desempeñan un rol importante al convertir las TIC y sus interacciones en un fenómeno no solo técnico y económico, sino también social y cultural.

Bajo este panorama, ¿cuáles son los factores que han motivado la evolución de las TIC de la forma en que se ha hecho en los últimos años? Para esto es fundamental examinar el contexto en el que se diseñan, producen y usan; la industria del *software* es diferente en los países del primer y del tercer mundo, responden a necesidades y requerimientos distintos. Si bien los del tercer mundo son influenciados por los avances y desarrollos tecnológicos de las potencias económicas mundiales, es importante enfocarse en el ámbito local.

En Colombia, la política gubernamental con respecto a las TIC está dada por el Plan Vive Digital y específicamente el llamado ‘ecosistema digital’ (cuatro componentes que conforman la estrategia en relación con las TIC entre el 2014 y el 2018: servicios, aplicaciones, usuarios e infraestructura)¹. Según el Ministerio de Tecnología y Comunicaciones, la estrategia de Colombia respecto a los Servicios TIC es impulsar “el gran salto tecnológico a través de la masificación del uso de internet con el fin de reducir la pobreza y generar empleo”². Con esto se pretende la disminución de la “brecha digital” (indicador de acceso a las TIC) para buscar así la equidad en el uso de la tecnología.

La finalidad explícita del Plan Vive Digital acerca de la disminución de la pobreza, ¿se cumple o no? Para empezar a verificar esto, la cuestión debería ir más allá de las cifras de difusión del uso de internet, de conexiones, de infraestructura, de dispositivos, del número de emprendimientos tecnológicos apoyados y de masificación –todos estos, temas de naturaleza técnica–. Debería en simultánea, hacerse énfasis en el condicionamiento de las TIC en la sociedad –específicamente en un contexto local: quién las crea, desde qué parámetros y con qué intencionalidad, consecuencias de su uso, contribución a la comunidad, qué clase de sociedad están configurando y qué problemas trae consigo. Todo podría ser sintetizado como ‘aspectos sociales’ de las TIC.

¹ Tomado de página web MinTIC. Recuperado el 28 de diciembre de 2014. Disponible en: <http://www.mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-propertyvalue-634.html>

² Tomado de página web MinTIC. Recuperado el 28 de diciembre de 2014. Disponible en:

² Tomado de página web MinTIC. Recuperado el 28 de diciembre de 2014. Disponible en: <http://www.mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-channel.html>

El desarrollo de *software* debería tener como uno de sus objetivos, cuestiones más allá de las técnicas, como por ejemplo, lograr un cambio social que promueva la equidad, según lo expresa Arturo Escobar: “No se trata de una pregunta que resulte en una utopía tecnosocial –descentralizada, autorganizada, empoderada–, pero sí una que permita pensar de forma imaginativa si la tecnociencia no puede ser parcialmente reorientada para servir diferentes proyectos políticos y culturales” (Escobar, 2005, p. 29).

Teniendo en cuenta el planteamiento anterior, es importante iniciar centrándose en las personas, grupos y organizaciones que crean las TIC. En Colombia y en el mundo, en general, son los profesionales de la Ingeniería Informática o de Sistemas, los que cuentan con la formación académica para realizar el diseño y desarrollo de las herramientas de *software*. ¿Cómo están contribuyendo los ingenieros de sistemas del país a que el desarrollo de las TIC se concentre en factores más allá de los técnicos, comerciales o económicos, y que, efectivamente, permita un cambio social más equitativo? De acuerdo con la Teoría Crítica de la Tecnología, planteada por el filósofo canadiense Andrew Feenberg, es necesario trascender una visión instrumentalista y utilitaria de la tecnología, para avanzar hacia una noción en la cual las tecnologías ‘condensen’ funciones técnicas y sociales.

Dada mi formación y experiencia como ingeniera de sistemas, he podido observar que las cuestiones acerca de la utilidad, los beneficios y las consecuencias de las TIC –asuntos sociohumanísticos– no han tenido suficiente cabida dentro de la mayoritaria formación técnica que se imparte a los futuros ingenieros, lo mismo que en su ciclo laboral. Como consecuencia, desde el diseño de las herramientas

tecnológicas, hasta finalizar el proceso de desarrollo, los aspectos sociohumanísticos han sido poco relevantes. Evaluar el papel del ingeniero de sistemas desde una perspectiva humanística pretende “una expansión de la articulación y de la adopción de entendimientos tecnológicos y de políticas que puedan contribuir a la vida autónoma de la gente y a experiencias de autorganización” (Escobar, 2005, p. 29).

Por esto el objetivo de este trabajo es examinar, desde una perspectiva crítica, el rol del ingeniero de sistemas en Colombia, de qué forma su quehacer condiciona la sociedad hacia el logro de una racionalidad democrática en la cual tengan cabida aspectos diferentes a los técnicos o económicos.

Los objetivos específicos son:

- Analizar a la luz de la Teoría Crítica de la Tecnología, los ciclos formativo y laboral de los ingenieros de sistemas, con el fin de identificar aspectos que se dan por hecho y suposiciones subyacentes, así como la relación con el contexto en que se desenvuelve cada uno de dichos ciclos.
- Examinar la contribución de los ingenieros de sistemas en Colombia en la configuración actual del poder tecnológico, establecido en el medio global.
- Identificar aspectos formativos y laborales que favorezcan un cambio social más equitativo, por medio del desarrollo de *software*.

El énfasis de realizar el estudio desde una perspectiva crítica, obedece en gran medida a la adopción de un enfoque metodológico hermenéutico que permita desvelar aspectos que permanecen ocultos dentro del proceso de desarrollo de

software, el cual a partir de la formación académica se estandariza, según paradigmas, metodologías y métodos técnicos.

Esta visión crítica ha sido desarrollada y adoptada en diferentes teorías e investigaciones que se han llevado a cabo dentro de la línea de Investigación Crítica en Sistemas de Información (Cecez-Kecmanovic, *Critical Research in Information Systems: The question of methodology*, 2007), (McGrath, 2005), (Richardson, Tapia, & Kvasny, 2006). El interés principal de este tipo de investigación está descrito como indica Cecez-Kecmanovic: “La máxima preocupación de una metodología de Investigación Crítica en Sistemas de Información, es la implicación de preguntas críticas en las prácticas sociales del desarrollo y uso de los sistemas de información” (Cecez-Kecmanovic, 2001, p. 144).

La Investigación Crítica en Sistemas de Información se sitúa entre un enfoque positivista y uno interpretativo. El positivista es el que dominó las investigaciones realizadas en los inicios del desarrollo de las TIC, y se sustenta de forma principal en una visión exclusivamente técnica de la computación, independiente de los aspectos sociales (como por ejemplo, el contexto dentro del cual las TIC son usadas y desarrolladas). Esta perspectiva está relacionada con el determinismo tecnológico explicado por Feenberg, autor de la Teoría Crítica de la Tecnología, como el “supuesto de que las tecnologías tienen una lógica funcional autónoma que puede ser explicada sin referencia a la sociedad” (Feenberg, 1992).

Cuestiones como la eficiencia y productividad cobran importancia desde lo positivista, al mostrar el desarrollo de las TIC como una forma de alcanzar el progreso social. Así, la tecnología:

es identificada de forma estrecha con herramientas, máquinas; así mismo la historia de la tecnología es asociada con la historia de estos instrumentos y con su progresiva eficacia en el desarrollo económico y en el bienestar humano y social. Como una forma de 'ciencia aplicada', a la tecnología se le ubica por fuera de la sociedad, se le considera autónoma y se le señala como valorativamente neutral (Escobar, 2005, p. 15).

Visualizar la tecnología como una ciencia aplicada, implica que los procesos para su creación pueden ser reducidos a la consecución de una representación objetiva de la realidad, acertada, precisa y medible, al tomar como base el método científico. Esta visión particular de la tecnología ha condicionado desde la formación académica en Ingeniería de Sistemas, hasta el entorno organizacional y laboral, donde se ha extendido la idea de encasillar el desarrollo de *software* dentro de métodos 'racionales', con el objetivo de encontrar leyes o normas que permitan un proceso 'limpio' y eficiente, aprovechando al máximo los recursos disponibles (tiempo, dinero, personas).

Sin embargo, incluso pensadores críticos de la sociedad tecnológica han cuestionado el imperativo tecnológico, como por ejemplo Martin Heidegger en *La Pregunta por la Técnica* y Ortega y Gasset en *Meditación de la Técnica*. En los últimos años, el enfoque instrumental ha dado paso a otras visiones constructivistas

e interpretativas, las cuales ponen de manifiesto la preponderancia del contexto en el que se desarrolla el fenómeno en cuestión y se separan de hechos objetivos.

A partir de una perspectiva constructivista han surgido disciplinas como los Estudios de Ciencia y Tecnología (Science and Technology Studies, STS por su sigla en inglés), cuya intención es analizar la tecnología como una construcción social y demostrar: “contrario al determinismo tecnológico del pasado, que la contingencia y la flexibilidad son la esencia del cambio tecnológico, al evidenciar que los procesos sociales son inherentes a las innovaciones tecnológicas” (Escobar, 2005, p. 16).

Según (Klein & Myers, 1999), un enfoque interpretativo se reconoce porque el conocimiento de la realidad se obtiene de construcciones sociales como el lenguaje y la conciencia, significados compartidos. También intenta entender un fenómeno a través de las significaciones que las personas les asignan al mismo y busca producir una comprensión del contexto de un sistema de información y el proceso por el cual ese entorno influencia y es influenciado por otros sistemas de información.

La Investigación Crítica en Sistemas de Información difiere de los enfoques constructivistas en que su objetivo es ir más allá de la descripción e identificación de contextos culturales, sociales y políticos dentro de una problemática determinada. Lo que pretende es examinar las TIC desde un lente crítico, motivado por el interés de traer a la luz diferentes factores, como contradicciones, agendas políticas, sistemas de represión institucional, relaciones de poder, influencia o participación de los ingenieros en sistemas en el incremento de la vigilancia, el control, la dominación y la alienación en organizaciones y espacios públicos. Además, cómo el diseño o uso de

un sistema de información particular puede soportar o proteger a grupos privilegiados o, si por el contrario, se favorece la emancipación o se resiste a la dominación.

La adopción de esta estrategia metodológica pretende encontrar dentro del proceso de desarrollo de *software*, llevado a cabo por los ingenieros de sistemas, algunos de los factores mencionados anteriormente. De acuerdo con uno de los planteamientos de la Investigación Crítica en Sistemas de Información (Cecez-Kecmanovic, 2001), el análisis requiere de prácticas reflexivas y, además, contar con un carácter dialógico.

La reflexividad sirve para identificar fuentes de diferencias o conflictos en puntos de vista y creencias, reconocer conexiones y comparaciones con circunstancias y experiencias relevantes del pasado y preguntarse acerca de los orígenes de creencias y suposiciones previas, dadas por hecho.

El carácter dialógico es fundamental para poder identificar los factores que pretende el enfoque crítico; al pasar de la observación al diálogo se estimula una discusión en torno a la exposición de suposiciones y creencias que están detrás del proceso de desarrollo de *software*.

El presente trabajo está dividido de la siguiente forma: un marco teórico en el cual se describe la Teoría Crítica de la Tecnología, enfoque que regirá este estudio. En el tercer capítulo se lleva a cabo un análisis de la formación de los ingenieros de sistemas en Colombia, según la Teoría Crítica de la Tecnología. Finalmente, en el capítulo cuarto se revisarán en detalle los aspectos del proceso laboral de los ingenieros de sistemas.

2. Marco teórico

El fenómeno tecnológico y, consecuentemente, el desarrollo de las TIC puede ser analizado desde diversas concepciones filosóficas, tal como se mencionó en el capítulo anterior. Dichas ideas incluyen visiones de tipo instrumental y sustantivista.

Varios autores resaltan una idea que ha dominado la sociedad industrial moderna y que podría inscribirse dentro de las visiones instrumentales de la tecnología: el logro de la eficiencia por medio de la mecanización y la gestión gerencial. La tecnología ha tenido un papel fundamental al permitir con sus avances maximizar la productividad de la industria, base del sistema económico actual. Como logro de la racionalidad moderna, la búsqueda de la eficiencia ha hecho que la tecnología sea vista como una herramienta neutral que sirve para alcanzar los propósitos de quien la usa, que puede aplicarse en cualquier contexto y generar los mismos resultados en cualquiera de ellos.

Esta visión se basa en la premisa del determinismo tecnológico, mencionado en el capítulo anterior, en el cual la tecnología tiene su propia lógica autónoma de desarrollo, independiente de los contextos sociales. Es decir, la evolución tecnológica se fundamenta únicamente en los avances técnicos y la sociedad se debe adaptar a este modo de progreso. Este supuesto trae implícita la concepción de la tecnología como un resultado de la aplicación de leyes naturales, que se equipara al nivel de las ciencias, convirtiéndose así en un producto racional y objetivo.

Por el contrario, una visión sustantivista de la tecnología se aparta radicalmente del instrumentalismo. Esta cuestión fue planteada por Heidegger:

La esencia de la técnica tampoco es en manera alguna nada técnico. Por esto nunca experienciaremos nuestra relación para con la esencia de la técnica, mientras nos limitemos a representar únicamente lo técnico y a impulsarlo, mientras nos resignemos con lo técnico o lo esquivemos (Heidegger, 1994, p. 9).

Para el autor mencionado, la tecnología reestructura la sociedad como un objeto de control, formando así una cultura de dominación de la misma.

La crítica que hace el filósofo Feenberg a las teorías sustantivistas es que no ofrecen la posibilidad de transformar la sociedad moderna; por el contrario, sugieren un retorno a un estado pretecnológico de la sociedad como alternativa al instrumentalismo, lo cual puede llegar a considerarse como un cierto modo de tecnofobia.

En la introducción del presente estudio se esbozó la intención de basarse en un enfoque intermedio, prudente, entre visiones instrumentales y constructivistas. Es precisamente esa idea –no ver la tecnología como una herramienta o algo neutral– la motivación al elegir los autores y teorías a la luz de las cuales se llevará a cabo este análisis.

Es oportuno aquí incorporar una claridad terminológica, a la cual se refiere Pierre Lévy en su libro *Cibercultura* y qué será transversal al análisis que se realice en adelante. Lévy no se refiere al fenómeno tecnológico, con respecto a la sociedad, en términos de *influencia*, *impactos* o *efectos*, ya que esto indicaría que la tecnología

sería una entidad activa que *actúa* sobre una pasiva (la sociedad, la cultura), desconociendo así todo el entramado social que está presente durante la concepción, diseño, implementación y uso de las tecnologías:

No se trata de evaluar sus «impactos» sino de descubrir sus irreversibilidades donde un cierto uso nos compromete, las ocasiones que nos permitiría aprovechar, formular proyectos que explotarían las virtualidades de las que es portadora y decidir lo que haremos con ellas (Lévy, 2011, p. 11).

Por el contrario, este autor afirma que la tecnología *condiciona* la sociedad, lo cual significa que “abre ciertas posibilidades, que ciertas opciones culturales o sociales no se podrían considerar en serio sin su presencia. Pero se abren varias posibilidades y no todas serán escogidas. Las mismas técnicas pueden integrarse en conjuntos culturales muy diferentes” (Lévy, 2011, p. 10).

Según lo anterior, este estudio estará centrado en concepciones ‘intermedias’ de la tecnología, refiriéndose así a un enfoque en el cual se privilegian aspectos teóricos que superen posturas extremas o radicales de la tecnología. Dichas posiciones, tanto extremas como intermedias, son identificables claramente dentro de diversos campos del análisis teórico y práctico.

Por ejemplo, si se tiene en consideración el estado actual del mundo, en cuanto a la situación medioambiental y económica, la evolución de la tecnología podría ser juzgada desde un criterio bastante pesimista. Si por el contrario, se tienen en cuenta los avances en cuanto a desarrollo de conocimientos y artefactos para facilitar la vida cotidiana, sería necio cuestionar su beneficio.

Otro ejemplo de este tipo de análisis, en este caso desde una mirada educativa, evidenciaría dicha polarización dentro de la llamada división disciplinar: la brecha entre las humanidades y las ciencias naturales. Muchos autores han escrito acerca de la división entre estas dos entidades epistemológicas, entre ellos Michel Serres, quien afirma que:

la organización de nuestro conocimiento es hemipléjico: (...) ¿cómo es que las ciencias humanas o sociales no hablan del mundo, como si los colectivos estuviesen suspendidos en el espacio?, ¿cómo es que las ciencias llamadas “duras” hacen un *impasse* sobre los hombres? Sus respectivas ausencias dibujan el defecto de enfrente (Arellano H., 2000, p. 40).

Dentro de las perspectivas intermedias se encuentra la Teoría Crítica de la Tecnología, propuesta por el filósofo canadiense Feenberg, cuyas bases están en la Teoría Crítica de la Escuela de Frankfurt y otros autores, principalmente Marx. El autor se aparta de manera radical de las visiones instrumentalistas de la tecnología y va más allá de lo planteado por teorías sustantivistas.

2.1. Teoría Crítica de la Tecnología

La Teoría Crítica de la Tecnología constituiría una alternativa a la división entre instrumentalismo y sustantivismo, diferenciándose de ambas en que posibilita un marco de actuación en pro de una transformación tecnológica, mientras que estas perspectivas de la tecnología buscan solo darle un entorno. Se plantea como una propuesta entre “la herencia de la intelectualidad radical y el conocimiento técnico experto del mundo contemporáneo” (Feenberg, 2012, p. 36).

Esta teoría constituye un enfoque alternativo, en el cual la tecnología es más que una suma de herramientas:

no es una cosa en el sentido ordinario del término, sino un proceso ambivalente de desarrollo suspendido entre diferentes posibilidades. Esta ‘ambivalencia’ de la tecnología se distingue de la neutralidad, por el rol que le atribuye a los valores sociales en el diseño, y no meramente en el uso de los sistemas técnicos (Feenberg, 1991, p. 11).

Para Feenberg –que se basa en Marx para esta idea– asumir estas alternativas posibilitaría la superación del estado actual de la tecnología, vista como útil y herramienta, y se podría lograr una nueva organización de la sociedad que amplíe los valores llamados ‘espirituales’, un orden “basado en la participación democrática, en la cual la libertad individual no sea la libertad del mercado y la responsabilidad social no sea ejercida a través de regulaciones coercitivas” (Feenberg, 2012, p. 23).

La Teoría Crítica de la Tecnología tiene un componente político: aboga por un nuevo socialismo, entendido como una concepción más amplia de liberación humana, que incluya la igualdad racial y de género, la reforma ambiental y la humanización del proceso de trabajo (Feenberg, 2012, p. 15), además de la concreción de otras capacidades humanas, menos relacionadas con el ámbito técnico.

Para lograr este ideal, que Feenberg incluso cataloga de utópico, es requerido el rediseño de la tecnología moderna, para que de esta forma se adapte a las necesidades de esta nueva sociedad más libre. Esta transformación tecnológica no implica necesariamente ir en detrimento de la eficiencia o retroceder en el plano

económico, que es lo que se conoce como el 'dilema del desarrollo': la elección entre virtud y prosperidad, "la creencia de sentido común, de que una sociedad que alcance los objetivos sancionados moralmente, como el aumento de la participación, la justicia social o la compatibilidad ambiental, necesariamente será la más pobre en términos económicos" (Feenberg, 2012, p. 43).

En este sentido, puede que sea necesario hacer sacrificios en nombre de la eficiencia, pero esos sacrificios serían otros, en un sistema social y económico diferente. El objetivo no es oponer conceptos como eficiencia y participación o ambientalismo y productividad, ni criticar la racionalidad tecnológica, sino que esta se acoja a propósitos más humanistas, que supere los obstáculos para su liberación y busque una armonía entre dichos extremos.

Esta apreciación conduce a otro elemento de la Teoría Crítica de la Tecnología, que evidencia la necesidad de una transición de la 'racionalización técnica' hacia una 'racionalización democrática' que permita llevar el debate tecnológico a la arena de la política pública: "la apertura del desarrollo técnico a la influencia de un conjunto más amplio de valores es un proyecto técnico que requiere mayor participación democrática" (Feenberg, 2012, p. 66). Una transformación democrática de la tecnología implicaría una política tecnológica que reemplace los valores antidemocráticos que gobiernan el desarrollo técnico.

Dicha transformación tecnológica se posibilitaría además, al dar un lugar preponderante a la educación, que pasaría de ser un componente positivo del bienestar individual, a ser una inversión para todas las personas y no solo para una

élite reducida. Así se garantizaría “un volumen de recursos intelectuales necesarios para aprovechar las opciones tecnológicas que se basan en la habilidad y la inteligencia, más que en el proceso de trabajo” (Feenberg, 2012, p. 240).

Tener niveles más altos de educación, posibilitaría una democratización no solo en el ámbito político, sino también en otros espacios en los cuales se alcanzarían mayores avances, al contar con más entendimiento por parte de las personas. Feenberg hace especial énfasis en las cuestiones ambientales, que actualmente no son un asunto preponderante dentro de los procesos tecnológicos.

Sin embargo, los valores antidemocráticos que priman en el desarrollo técnico, se ven reflejados hoy más que nunca en la homogenización de todas las diferencias que implica la globalización, y la superación de los valores tradicionales que trae consigo la tecnología contemporánea. Esto es consecuencia de las decisiones tomadas por los grupos e instituciones dominantes que administran la producción de los sistemas técnicos, para consolidar así un poder tecnológico que se constituye en una de las principales formas de poder en la sociedad actual.

El poder tecnológico se evidencia no solo en el entorno global, sino también en las jerarquías organizacionales por medio de las visiones estratégica y operativa. El componente estratégico dirige la operación de los sistemas técnicos, planea y dirige el desarrollo de la tecnología, bajo los principios de máximo control y eficiencia. El operativo concreta las directrices siguiendo los procesos previamente determinados. Esta forma de ‘control desde arriba’ crea un diferencial de poder entre los niveles gerenciales que determinan el cambio tecnológico y los ejecutores (subordinados), a

quienes desconoce sus intereses y los de la comunidad en la cual están inmersos. Para Feenberg, esta forma de control propia del nivel gerencial, queda condensada en el concepto de *autonomía operacional*:

La autonomía operacional es el poder de realizar elecciones estratégicas entre racionalizaciones alternativas, sin considerar las externalidades, la práctica consuetudinaria, las preferencias de los trabajadores o el impacto de las decisiones en sus hogares. Cualquiera sean los otros fines que el capitalista persiga, todas las estrategias viables implementadas desde su peculiar posición en el sistema social, deben reproducir su autonomía operacional (Feenberg, 2012, p. 125).

Por medio de la autonomía operacional, se cuenta con la posibilidad de escoger los procedimientos y las reglas que gobiernan el comportamiento de quienes obedecen dentro del sistema, lo cual sirve de base estructural de la dominación. La resistencia a este control ‘desde arriba’ es lo que Feenberg cataloga como margen de maniobra: “autonomía reactiva que trabaja con el ‘juego’ en el sistema para redefinir y modificar sus formas, ritmos y propósitos” (Feenberg, 2012, p. 139).

El margen de maniobra que desarrollen los individuos es lo que posibilitaría una transformación ‘desde abajo’, democrática, en la cual los individuos se involucren en los sistemas técnicos y puedan influenciar el diseño y la configuración de los desarrollos tecnológicos, ya que ellos no están completamente inmersos en una racionalidad tecnológica. Esto además se lograría a través de una reflexión en la cual los individuos tengan conciencia de “las dimensiones que han sido ignoradas o suprimidas por sus entornos técnicos (...) y visualicen además una variedad más amplia de necesidades y capacidades humanas” (Feenberg, 2012, p. 46). Dentro de

la Teoría Crítica de la Tecnología se denomina a este proceso de reconocimiento de otros valores, como 'intereses participantes'.

Una vez Feenberg caracteriza la sociedad actual, formula la Teoría Crítica de la Tecnología cuya tesis central es la 'teoría de la instrumentalización', por medio de la cual pretende superar la división entre las posturas instrumentales y constructivistas "al combinar las concepciones esencialistas sobre la orientación técnica hacia el mundo, con las concepciones críticas y constructivistas sobre el carácter social de la tecnología" (Feenberg, 2012, p. 273). Así, se evidencia que no son visiones que se oponen mutuamente; por el contrario, se constituyen como niveles claramente diferenciados del mismo objeto o fenómeno. Estos son la instrumentalización primaria y la instrumentalización secundaria.

En el nivel primario se contemplan las características técnicas del objeto sacado de su contexto original y aislado de los sujetos sociales; aquí los objetos tienen como objetivo lograr la usabilidad y eficiencia, al ser simplificados para incorporarse en un mecanismo en el cual puedan ser controlados y manipulados.

El secundario se centra en la realización de la tecnología en la sociedad, al integrar los objetos simplificados por la instrumentalización primaria, en un medio social y natural, dado que al ser creados y usados por personas, se constituyen en una acción social. En este nivel se superaría una visión meramente aplicativa o funcional, y se tendrían en cuenta características socialmente relativas, como el contexto en el cual se usará la tecnología y su lógica, de qué forma se usará, su estatus simbólico y cómo condicionará la vida de las personas que la usen. Este

análisis posibilita la democratización, al permitir la intervención de las personas en el diseño y el uso de la tecnología. De esta forma se aminoran los códigos técnicos hegemónicos y se privilegia un código democrático, que pueda subvertir las prácticas, los procedimientos y diseños propios de una racionalización técnica.

La conclusión que deriva de este enfoque es la característica integradora y dialéctica que posee la tecnología: su misma naturaleza permite que se rediseñe a partir de sus interacciones con el medio social, para lograr una mayor adaptación y potenciar sus beneficios sociales. Sin embargo en la actualidad, la instrumentalización secundaria se ve minada por las visiones preponderantemente técnicas (instrumentalización primaria) que los grupos que sustentan el poder –el sistema capitalista, según Feenberg– prefieren adoptar, para así aumentar su autonomía operacional.

La búsqueda de la eficiencia y el poder dentro de las sociedades capitalistas modernas hace que, según Habermas, la técnica constituya un destino humano universal. Para Feenberg, este rumbo puede ser reducido a cuatro momentos de cosificación de la práctica técnica –instrumentalización primaria–, que a su vez tienen complementos integradores –instrumentalización secundaria– (Feenberg, 2012, p. 276):

- **Descontextualización.** Consiste en separar los objetos tecnológicos de su contexto inmediato para ser combinados entre sí y convertirse en útiles. Su contraparte en la instrumentalización secundaria es la *sistematización*, en la cual el objeto debe relacionarse con otros dispositivos, con humanos y con su

ambiente natural, lo cual amplía el rango de contextos en todas las áreas, que deben ser considerados dentro del diseño tecnológico.

- **Reduccionismo.** Se trata de la reducción de los objetos a sus características útiles, las cuales propician un control 'desde arriba', separándolo de sus cualidades secundarias, que no serían importantes dentro de una racionalidad tecnológica. Una consecuencia del reduccionismo sería la indiferencia hacia las consecuencias no deseadas de la tecnología para los seres humanos y la naturaleza. Se compensaría con un diseño centrado en la *mediación*; esto es, incorporando cualidades estéticas y éticas a las cualidades técnicas primarias, para proporcionar estabilidad social y significado a los objetos técnicos, y superar así una visión productiva unívoca.
- **Autonomización.** Este momento hace referencia a la separación entre el sujeto y los objetos técnicos. El sujeto opera el objeto de manera externa, lo que implica que el efecto de la acción técnica no es realimentada hacia el sujeto, con lo cual este se aísla de las consecuencias sociales de sus acciones. La *vocación* hace que el sujeto se transforme conforme a su relación con los objetos técnicos, que va más allá de la manipulación o contemplación pasiva.
- **Posicionamiento.** Aquí el sujeto se posiciona estratégicamente por fuera de la realidad social, para controlar y navegar los objetos técnicos, con el objetivo de tomar control y sacar el mayor provecho de ellos para conseguir un fin. Con la *iniciativa*, los objetos, que incluso pueden ser humanos, gozan de cierta libertad y abogan por una cooperación consciente, en lugar del control 'desde arriba', para explorar otros posibles usos.

Estos momentos constituyen el carácter dialéctico de la tecnología, en el que en ambas instrumentalizaciones confluyen cuestiones objetivas y subjetivas, y se condicionan la una a la otra para generar perspectivas diferentes de la tecnología, más que simples útiles. Las decisiones tecnológicas no deben seguir quedándose en el ámbito de lo técnico, sino que son determinaciones en torno a la vida social, política y económica de la sociedad.

Debe superarse la ruptura que hay entre quienes crean y usan la tecnología y lograr la reintegración y recontextualización tecnológica, orientada a recuperar las dimensiones sociales que han sido suprimidas, como por ejemplo factores ecológicos, médicos, estéticos, urbanísticos y relativos a la democracia laboral. Según Feenberg,

esto se puede lograr mediante la multiplicación de los sistemas técnicos que se ponen en juego en el diseño, para tomar en cuenta cada vez más las características fundamentales del objeto de la tecnología, las necesidades de los operadores, consumidores y clientes, y los requerimientos ambientales (Feenberg, 2012, p. 285).

Es así como la Teoría Crítica de la Tecnología da un papel preponderante al proceso de diseño tecnológico como un procedimiento básico para alcanzar una sociedad mediada por la tecnología, en la cual los seres humanos puedan realizar del modo más completo posible sus potencialidades, como por ejemplo la libertad, la igualdad, la responsabilidad moral, la individualidad o la creatividad (Feenberg, 2012, p. 44).

2.2. Énfasis en el diseño tecnológico

Para el caso particular de este estudio, el campo tecnológico que se analiza es la Ingeniería de *Software*, una disciplina relativamente nueva con respecto a las demás ramas de la ingeniería (su origen se remonta a inicios de 1980). Dentro de esta área del conocimiento se enmarcan los procesos encaminados al desarrollo, implementación y mantenimiento de *software*. El desarrollo de *software* es un subproceso de la Ingeniería de Sistemas que se centra en la creación de los programas informáticos, el cual consta de varias etapas emplazadas dentro de diversas metodologías.

Una de las fases de este proceso es la de diseño del *software*. Para abordar este diseño se han determinado algunas estrategias, por ejemplo hacer énfasis en ‘reflejar’ el mundo real en el diseño de las soluciones tecnológicas. Esta consideración ha sido cuestionada por varios autores como (Medinilla & Gutiérrez, 2006) y (Varela, 2005), dado que “solo se puede representar un mundo que está predefinido” (Varela, 2005, p. 90), pero no vivimos en un mundo así donde todo está bien determinado; por el contrario, los objetos del mundo giran en torno a un contexto de acción muy amplio. Para Varela, esta idea constituye un paradigma representacionalista del conocimiento.

Llevar a cabo tal representación del mundo en el diseño, “proporciona posibilidades empobrecidas para modelar y agrandar el alcance de la comprensión humana. Están restringidos a la representación del conocimiento como son la adquisición y manipulación de hechos y la comunicación como transferencia de información” (Flores & Winograd, 1989, p. 117). En contraposición, estos mismos

autores proponen que el diseñador de una herramienta informática debe trabajar en el dominio generado por el espacio de rompimientos (fracasos) potenciales en el acoplamiento estructural (Flores & Winograd, 1989, p. 109). El acoplamiento estructural hace referencia a la relación entre un sistema y los presupuestos del entorno que deben presentarse, para que pueda continuar dentro de su propia autocreación (autopoiesis).

Lo anterior se puede interpretar hacia una realización del diseño, centrado en las fallas encontradas de la interacción del sistema con el entorno, para garantizar su continua evolución. Esto implica un rompimiento con la racionalidad tecnológica que persigue construir un mapa racional y *exhaustivo* del sistema. Esta idea también está bastante extendida en el universo del desarrollo de *software*, donde se recalca la necesidad de contar con un conocimiento *completo* de la realidad, para ser plasmado en el *software*, de una manera *exacta*, sin dar lugar a la presencia de incertidumbre y ambigüedad, propias del complejo mundo real: “se cree que copiar la realidad dentro del *software* es otra guía del buen diseño cuando, en muchos casos, produce consecuencias negativas como la reducción drástica de la facilidad de modificación y de evolución” (Medinilla & Gutiérrez, 2006, p. 423).

Pretender minimizar o incluso ocultar cuestiones como la incertidumbre o la ambigüedad, implica que una de las metas del diseño de *software* sea generar un programa casi perfecto, a prueba de fallos. Para ir más allá del plano técnico, se podría afirmar que esta clase de diseños intenta imponer las ideas de quienes diseñan, en la vida y el entorno de quienes usan dicho *software*, ya que, como afirman Flores & Winograd, cuando se diseñan herramientas, se diseñan modos de

ser. Esta idea constituye un *diseño ontológico* en el cual se supera la pregunta acerca de qué se puede construir, para llegar a un discurso filosófico acerca del yo: sobre qué podemos hacer y qué podemos ser (Flores & Winograd, 1989).

Tener en cuenta múltiples puntos de vista no desaparece la ambigüedad, pero la minimizaría a partir de las interacciones entre usuarios y diseñadores. Según Feenberg, esta dinámica, propia de un diseño más democrático, hace que un sistema tecnológico facilite una autorganización a las comunidades humanas, donde se incluyan también las comunidades técnicas que son controladas por las hegemonías modernas.

Feenberg retoma esta idea dentro del diseño tecnológico, al proponer “una racionalidad alternativa, una racionalidad de implementación, en lugar de una racionalidad de planificación y control, basada en procesos de comunicación y aprendizaje autorreferenciales, que se llevan a cabo a medida que se usan y modifican las herramientas” (Feenberg, 2012, p. 168). Estas visiones son definitivas para desmitificar la noción del computador como imagen del hombre, al pasar a una visión en la que predomina un sujeto involucrado, en contraposición a un observador externo del mundo tecnológico.

Feenberg propone abrir la tecnología a una gama más amplia de intereses y preocupaciones, hacerla más compatible con los límites humanos y naturales relativos a la acción técnica, lo cual se lograría por medio de su rediseño. Dicho rediseño permitiría visualizar otros beneficios potenciales, que han sido “suprimidos bajo el capitalismo y el socialismo de Estado, que podrían emerger a lo largo de un

camino de desarrollo diferente” (Feenberg, 2005, p. 111). Es así como el diseño de los sistemas tecnológicos puede mantener y reproducir un orden social existente o también alterarlo y encauzarlo en otra dirección:

De este modo, el producto de las elecciones técnicas respalda los intereses de uno u otro grupo social influyente. En estos términos las tendencias tecnológicas de las sociedades modernas podrían ser interpretadas como una consecuencia de limitar los grupos capaces de intervenir en la etapa de diseño, a solo una parte particular interesada, como las corporaciones que velan por el cumplimiento de sus objetivos sectoriales, sin existir una participación democrática que legitime todo el proceso (Giuliano, 2013, p. 69).

Dentro del análisis de la Teoría Crítica de la Tecnología, se afirma que la hegemonía dominante ha conseguido incorporar, desde el diseño tecnológico, otros valores no técnicos, como por ejemplo el control de las personas y los recursos. Esto ha sido realizado de una forma imperceptible, en forma de procedimientos y reglas, instrumentos y artefactos que transforman en rutina la búsqueda de poder y ventajas (Feenberg, 2012, p. 38). Es así como el diseño de las tecnologías modernas reproduce y aumenta la autonomía operacional de los grupos que detentan el poder.

Aquí entra en juego el concepto de ‘Código Técnico’, que se define como “la realización de un interés en una solución técnicamente coherente de un tipo general de problema” (Feenberg, 2012, p. 46). Dentro de una racionalidad tecnológica, la elección de dicha solución técnica, implica la conservación de la autonomía operacional para los grupos dominantes y, por lo general, no se realiza de forma

explícita. El Código Técnico de la racionalidad tecnológica implica la aplicación coordinada de poder, conocimiento, técnica y hegemonía.

Puede pasar que algunos ingenieros encargados del diseño vean más allá del racionalismo tecnológico y busquen acercarse a un diseño más realista, alejándose de una cultura ingenieril eminentemente técnica. Esto refleja una tensión entre la realidad cotidiana del pensamiento, las acciones humanas y los códigos técnicos de la sociedad tecnológica moderna. Según Foucault, a estos casos se les conoce como “intelectuales específicos”, ya que su resistencia se desarrolla en medio de los dos sistemas: el de la industria –y su conocimiento asociado– y el de una nueva cultura en la que la función social tiene relevancia (Foucault, 1980, p. 128). Esto refleja un deseo de transformación del Código Técnico vigente, al actuar desde el margen de maniobra del que disponen.

Transformar el Código Técnico de una racionalidad instrumental de la tecnología, implica analizar más que una solución técnica y evaluar también, durante el diseño tecnológico, la complejidad del entramado social en el cual los sistemas serán utilizados. Es necesario hacer énfasis en los aspectos que se dan por sentados dentro del proceso de diseño, al superar la visión exclusivamente técnica y ahondar, por el contrario, en las cuestiones sociales y políticas. Los diseños de la tecnología que sirven a mecanismos de control social pueden ser transformados, y muestran que dichas alternativas hegemónicas no constituyen la *única* opción a elegir, sino que es solo una de las posibles y, de esta forma, alcanzar un Código Técnico diferente y, en consecuencia, un diseño que permita soluciones más democráticas.

2.3. Sistemas técnicos

El reto para el desarrollo de las TIC es acoplar dos configuraciones diferentes, pero inevitablemente interrelacionadas: la técnica y la social, para llegar a una implementación de un *sistema técnico*, más que de una *herramienta* TIC. Una perspectiva sociotécnica tendría en cuenta factores técnicos y sociales en conjunto, de tal forma que condicionen la funcionalidad y el uso de los sistemas tecnológicos. No incorporar perspectivas sociales dentro del desarrollo de sistemas puede aumentar el riesgo de que estos no contribuyan con los objetivos propuestos, o que cumplan sus requisitos técnicos, pero se consideren un fracaso al no ofrecer el apoyo esperado para el trabajo real en su contexto de uso: se deben considerar las complejas relaciones entre la sociedad, las organizaciones, las personas y los sistemas de *software* (Baxter & Sommerville, 2011, p. 4).

Esta interrelación es analizada por varios autores. Miguel Ángel Quintanilla define un sistema técnico como un sistema de conocimientos científicos y tecnológicos, que incorporan factores culturales, políticos y económicos, que confluyen en un entorno formado por otros sistemas sociales más amplios que los influyen y, a su vez, son afectados por ellos (Quintanilla, 1998).

A partir del establecimiento de un sistema técnico, se esboza un marco de trabajo para una teoría general de la cultura técnica, en el cual son tomados en cuenta los factores culturales asociados con los cambios y avances técnicos. Según Quintanilla, una cultura técnica puede definirse como el conjunto de rasgos culturales (representaciones, reglas y valores) relacionados con los sistemas técnicos. Dichos atributos pueden estar o no incorporados dentro de un sistema técnico. Así, el

contexto donde se desarrolle y use dicho sistema es fundamental, dado que, asimismo, variará su cultura técnica.

El conjunto de elementos culturales incorporados a los sistemas técnicos de una determinada sociedad, según Quintanilla, se clasifican de la siguiente forma:

- Componentes cognitivos, representacionales o simbólicos: conocimientos técnicos y científicos aplicados de los artefactos tecnológicos y su contexto.
- Componentes prácticos u operacionales: reglas de operación, habilidades técnicas de diseño, producción y uso de artefactos.
- Componentes valorativos: objetivos incorporados a los sistemas técnicos y valoración de sus resultados, actitudes ante el riesgo, la incertidumbre, el cambio social necesario asociado con los diferentes sistemas técnicos, etc.

Sin embargo, también existen contenidos técnico-culturales que permanecen fuera de los sistemas técnicos, pero que pueden incidir en su desarrollo y configuración; rasgos culturales que no son compatibles con el funcionamiento de determinados sistemas técnicos. Estos contenidos *no incorporados* se ven reflejados en: individuos que pueden o no ser agentes o usuarios del sistema (que tienen intereses u opiniones, a favor o en contra de una o todas las técnicas), mitos tecnológicos o antitecnológicos, representaciones simbólicas de la realidad, reglas de actuación de carácter moral, social, político, económico o religioso.

El concepto de sistemas técnicos ha sido tratado por diversos autores, como Rob Kling quien se enfocó específicamente en el contexto de las TIC y se planteó el

estudio de los aspectos sociales de la utilización de computadores, redes, telecomunicaciones y demás aspectos tecnológicos, dentro de un área de estudio llamada Informática Social (Social Informatics): “el estudio interdisciplinario del diseño, uso y consecuencias de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), teniendo en cuenta sus interacciones con contextos institucionales y culturales” (Kling, 1999).

Kling propone tener un enfoque de las TIC como sistemas sociotécnicos, en el cual no sean vistas desde una perspectiva únicamente técnica y utilitarista, sino como una gran red de relaciones sociales como: relaciones de poder y patrones de comunicaciones, entre otras, que adicionalmente son influenciadas para su desarrollo y funcionalidad en gran medida, por decisiones de orden no técnico.

Este último aspecto –la motivación para el desarrollo de las TIC– resulta fundamental a la hora de señalar la importancia de un análisis de la cultura técnica alrededor de las TIC, dado que en la era posmoderna las motivaciones del desarrollo tecnológico han pasado de ser la búsqueda por el conocimiento de la era moderna, para centrarse en aspectos como el poder económico y militar, por citar solo un ejemplo.

La Informática Social pretende identificar las relaciones que se establecen entre las personas y las TIC que utilizan, en un determinado contexto social u organizacional y, además, qué implicaciones tienen esas relaciones para un cambio en dichas estructuras. Muchas veces en ámbitos organizacionales se asume que el uso de tecnologías de la información tiene un impacto positivo sobre las

organizaciones o la sociedad, que se mejorará la forma de hacer un trabajo (los procesos) y que optimizará la manera en que antes se hacía. En este mismo sentido, se deriva que el uso de las TIC condicionará la manera en que las personas usan las herramientas, sus posteriores consecuencias y la forma de relacionarse entre sí.

El análisis del uso y los efectos de las tecnologías de la información, desde un punto de vista solamente tecnológico (determinismo tecnológico), propone resultados específicos basados únicamente en características tecnológicas. Por ejemplo, de acuerdo con la capacidad de procesamiento de un computador, los resultados de su uso se verían expresados en términos de: velocidad de respuesta ante las peticiones hechas por el usuario, resolución de cargas de trabajo grandes y complejas, y ejecución de varios programas en simultánea, entre otras.

No obstante, tener equipos tecnológicos interconectados no garantiza *per se* la consecución de las afirmaciones hechas con respecto de alcanzar grandes beneficios, optimización, productividad, etc.; es necesario considerar además los cambios sociales relacionados con las personas involucradas en el uso de los sistemas y el contexto social en el cual interactúan, por ejemplo: ¿las personas están entrenadas en el uso de las herramientas informáticas? ¿Los espacios están diseñados para que el uso de computadores sea fácil y accesible? ¿Las normas que rigen estos espacios tienen en cuenta la existencia de tecnologías de la información? Y aun así, no se garantiza que al cumplir estas últimas características, se pueda conseguir el resultado esperado.

Así que no es solamente cuestión de declarar que por medio de informatizar, automatizar un proceso, dotar de conexión a internet un entorno social u organizacional (un salón de clases, la oficina, los hogares) se va a obtener beneficios o mejorar ciertos hábitos.

Ver las TIC simplemente como herramientas puede llevar a que se esperen efectos directos y fáciles de predecir. Sin embargo, las investigaciones en Informática Social han encontrado que este punto de vista lleva a los administradores y profesionales a hacer predicciones imprecisas y, por tanto, las consecuencias sociales de la implementación y uso de una determinada herramienta informática, no fueran las esperadas al inicio.

Otro caso de la importancia de tener en cuenta el contexto social y organizacional y sus efectos en las tecnologías de la información, especialmente al momento de su diseño, es el uso de herramientas informáticas en situaciones o trabajos en los cuales no existía antes. Esto puede generar diferentes resultados en diversos contextos sociales: mientras en unos casos puede ayudar a enriquecer al trabajador, en otros todo lo contrario, puede perder las habilidades con las que contaba antes de la implementación de las herramientas.

Según Quintanilla, un punto clave para establecer un sistema sociotécnico es comprender cómo los rasgos culturales de una determinada sociedad se relacionan con un desarrollo tecnológico, cómo los contenidos culturales (incorporados o no) pasan de sistemas técnicos a sistemas sociales y viceversa. Pasar de un enfoque técnico del desarrollo de *software*, como el que se adopta actualmente en las

universidades, a un enfoque sociotécnico implicaría que, en ese caso, para el diseño de las soluciones se llevara a cabo un análisis de la cultura técnica en la cual se desarrollará e implementará dicho *software*.

El énfasis del desarrollo tecnológico, y del *software* puntualmente, pasaría de una visión instrumental que pretende ser una solución a ciertos problemas, a ser una labor que implica una carga cognitiva adicional y de diferente tipo a la que se viene siguiendo en la actualidad, para llegar a constituirse en un sistema técnico, algo para lo cual los futuros ingenieros deberían estar preparados.

Gilbert Simondon aporta un concepto que es de utilidad para lograr el rediseño tecnológico y que Feenberg toma para apoyar su tesis: la concretización de la tecnología, vista como el descubrimiento de sinergias entre las tecnologías y sus diversos ambientes. Los objetos técnicos evolucionan de lo abstracto a lo concreto, a raíz de su interacción con diversos entornos, obteniendo consecuentemente, un rediseño integrador por medio de la adaptación a sí mismo, hasta llegar a un punto en que dichas interacciones contribuyen al propio funcionamiento del objeto técnico:

el objeto técnico existe entonces como tipo específico obtenido al término de una serie convergente. Esta serie va del modo abstracto al modo concreto: tiende hacia un estado que haría del ser técnico un sistema enteramente coherente consigo mismo, enteramente unificado (Simondon, 2007, p. 45).

La conciencia de una transformación y transición del modo de ser de la tecnología, planteada por la Teoría Crítica de la Tecnología, es el primer paso hacia una racionalización democrática; sin embargo, se hace preciso materializar estas

propuestas. Con respecto a la evolución de la tecnología de un momento abstracto a uno concreto, podría afirmarse que actualmente se cuenta con una amplia interacción entre las tecnologías (las TIC en el caso puntual de este estudio) y su entorno, pues cada vez su difusión es mayor.

El análisis de dichas interacciones podría ser un insumo de hechos concretos a partir de los cuales realimentar y transformar el enfoque tecnológico, idealmente si este análisis proviene desde el interior de la misma estructura tecnológica: “El cambio tecnológico solo puede ser abordado ‘desde adentro’ por individuos tanto comprometidos en actividades mediadas técnicamente, como capaces de actualizar potencialidades previamente suprimidas por una racionalidad tecnológica autoritaria” (Feenberg, 2012, p. 108). Así, el progreso tecnológico sería más un resultado de la generación de nuevas relaciones sociales, que una causa. Lo anterior refleja la importancia de contar con ingenieros de sistemas como creadores de tecnologías que, además de cualidades técnicas, posean un pensamiento crítico, diverso y humanístico por medio del cual les sea posible materializar dicho cambio tecnológico.

Entonces, el objetivo de los capítulos siguientes es hallar puntos de encuentro entre las propuestas de la Teoría Crítica de la Tecnología y la realidad del desarrollo de *software* en Colombia, tanto a nivel formativo como laboral, desde algunas estrategias concretas que se derivan del análisis hecho por Feenberg y otros autores, como lo son:

- Incorporar contextos más amplios de las necesidades humanas y ambientales en la estructura de las tecnologías (en este caso, del *software*). Estos contextos

reflejan las potencialidades –valores– que se pueden realizar (Feenberg, 2012, p. 290).

- Encontrar los obstáculos que no permiten llevar a cabo una instrumentalización secundaria dentro de las soluciones tecnológicas.
- Remarcar las consideraciones cualitativas, como la naturaleza y la dirección del progreso, en lugar de las medidas cuantitativas del desarrollo, tales como la cantidad y la productividad de la maquinaria (Feenberg, 2012, p. 80).
- Buscar aspectos que se constituyan en una amenaza para el control técnico.
- Tener presente abstracciones de valores ‘blandos’ (calidades sociales, culturales y políticas) e incorporarlos en etapas tempranas del diseño.
- Las tecnologías deben ser compatibles con las principales limitaciones de sus ambientes, tanto técnico como natural (Simondon, 2007).
- Reconocer racionalmente las limitaciones naturales y humanas del desarrollo técnico (Feenberg, 2012, p. 294).
- Hacer uso del potencial comunicacional con el que cuenta la tecnología:

no está dedicada a la reproducción rígida de una misma tarea, de la ‘única y mejor manera posible’, sino al ensayo flexible y al desarrollo de nuevas posibilidades –no controladas jerárquicamente, sino horizontales y sin planificación, ni sujetas a la simplificación y la estandarización, sino a la variedad y al crecimiento de las capacidades requeridas para vivir en un mundo complejo– (Feenberg, 2012, p. 182).

3. Formación de los ingenieros de *software* a la luz de la Teoría Crítica de la Tecnología

La relevancia de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) en todos los sectores de la sociedad, propicia diversas oportunidades de desarrollo y requiere que las personas cuenten con nuevas competencias para desempeñarse de manera adecuada en esta nueva sociedad. El desarrollo tecnológico se ha convertido en un factor crítico de éxito, especialmente en países en vías de desarrollo donde se pretende potenciar la economía a través de la industria de *software* y los sistemas computacionales, con el fin de promover la innovación y la competitividad. Colombia no es ajena a este fenómeno, por esta razón el Gobierno Nacional le está apostando al fomento de la industria de Tecnologías de la Información (TI), a través de diferentes organismos como MinTIC, Proexport (Procolombia) y otros regionales.

Desde este contexto, el papel de los profesionales en Ingeniería de Sistemas es fundamental, en un momento en que, incluso, existe mucha más demanda que oferta de ellos: a pesar de que el número de estudiantes que ingresa a los planes académicos de Ingeniería de Sistemas ha disminuido y la deserción es considerable, según un estudio de Infosys y la Universidad EAFIT (Infosys - Universidad EAFIT, 2014, p. 43), la Ingeniería de Sistemas es una de las carreras más demandadas por las compañías, que valoran altamente a profesionales con un énfasis técnico o científico, tendencia acorde con el aumento del uso de las TIC.

Visualizar el propósito de una profesión en la medida de su alta o baja demanda en el mercado empresarial, refuerza las teorías instrumentalistas en las cuales la

tecnología se constituye en un medio para alcanzar fines, todo lo contrario a lo que se pretende con la Teoría Crítica de la Tecnología. Por esta razón se analizará la formación de ingenieros de sistemas en Colombia, con una visión humanística, social, crítica y enfocada en identificar los aspectos que favorecen o no la transformación hacia una racionalización democrática. Se requiere un conocimiento de la situación actual de dicha formación, para dilucidar aspectos susceptibles de ser modificados o no y de qué forma.

En el presente capítulo se determina cómo la formación en Ingeniería de Sistemas en Colombia, y específicamente el desarrollo de *software* asociado a las TIC, contribuye o no a lograr uno de los propósitos de la Teoría Crítica de la Tecnología, acerca de lograr una sociedad más democrática e incluyente. Se iniciará con una descripción de la razón de ser y el propósito de un programa de Ingeniería de Sistemas; posteriormente se analizarán los aspectos relativos al perfil profesional del ingeniero de sistemas; y finalmente se hará un estudio del currículo de la carrera, para validar el objetivo del apartado.

3.1. Propósito de la Ingeniería de Sistemas en Colombia

La Ingeniería de Sistemas nace en Colombia como carrera profesional a finales de la década de los sesenta, para responder a la necesidad de contar con profesionales que puedan hacerse cargo de la operación de los computadores que empiezan a adquirirse en grandes compañías del país, tendencia que aumenta consecuentemente con el avance tecnológico. El primer plan de estudios en el área es el de Ciencias de la Computación en la Universidad de los Andes, adscrita a la

Facultad de Ingeniería, cuyo currículo se basó en el de la Universidad de Pensilvania (Hernández & Martínez, 2009, pág. 104).

Los programas académicos de Ingeniería de Sistemas con sus respectivos objetivos, perfil profesional y estructura curricular, se enmarcan dentro de varios parámetros. El primero de ellos, el lineamiento general para la educación superior, dictado por el Ministerio de Educación Nacional (Ley 1188 de 2008), el propósito del Proyecto Educativo Institucional de cada universidad y los criterios para denominaciones de programas y títulos en ingeniería en pregrado en Colombia (ACOFI - ICFES, 2000):

- Coherencia con la fundamentación de la ingeniería.
- No debe ser especializante o derivarse de un perfil especializado de otro programa.
- Debe atender a las necesidades básicas de la población colombiana.
- Los títulos deben existir en el plano internacional, dentro de un ámbito de tradición universitaria reconocida, para efectos de convalidación y homologación.

Diferentes entidades como el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación superior (ICFES), la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), estudiantes, directores de facultades de todo el país asociados en ACOFI y representantes del sector productivo, realizaron en el año 1996 debates y encuentros académicos, para procurar regularizar y modernizar los planes de estudios de las diferentes universidades y crear un marco de trabajo común para los programas de Ingeniería de Sistemas en Colombia.

Un inconveniente que se encontró al momento de definir el propósito del programa académico fue la falta de unicidad entre la denominación, la esencia y el objeto de estudio de la profesión en Colombia, asunto que fue tratado por ACOFI y por otras investigaciones de varias universidades. Tal discordancia se ha mantenido hasta la actualidad por diversas razones, entre ellas que la disciplina está en constante cambio por estar ligada a los avances a nivel de Ingeniería, Ciencia y Tecnología. Se han identificado las tres principales visiones de la Ingeniería de Sistemas, en las cuales se enfocan las universidades actualmente:

- Uno de los sentidos de la Ingeniería de Sistemas es proporcionar un enfoque interdisciplinar que estudie y comprenda la realidad con el propósito de implementar u optimizar sistemas complejos, adoptando el paradigma sistémico³, basado en la Teoría General de Sistemas enunciada por Ludwig von Bertalanffy, en el que se entiende *sistema* como un conjunto interrelacionado de partes, en función de una finalidad.
- Otra definición del objeto de estudio de la Ingeniería de Sistemas en el país, según ACOFI, se refiere:

a los aspectos humanos y organizacionales y a la tecnología, relacionados con la planeación, el análisis, el modelamiento, la captura, la transmisión, la presentación y la seguridad de la información, en cuanto que este es un recurso estratégico de las organizaciones (ACOFI - ICFES, 1996, p. 21).
- Una visión alternativa de la profesión en Colombia, si bien implica elementos importantes de modelaje y diseño de sistemas, se enfoca en el estudio y desarrollo de *sistemas automatizados*: el análisis, diseño, la programación y

³ Según Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_sistemas

utilización de *hardware* y *software* (sistemas de información y cómputo), que es el campo de acción específico de la Ingeniería de Software, y a las tecnologías involucradas en la gestión de la información (recolección, almacenamiento, recuperación, procesamiento y comunicación).

A partir de esta variedad de perspectivas y enfoques, ACOFI y el ICFES intentaron refinar el sentido de la profesión en Colombia, desde una referenciación internacional de la formación en pregrado en Ingeniería de Sistemas, en la cual los principales referentes son los documentos producidos por las dos principales asociaciones profesionales de la disciplina: Association for Computing Machinery (ACM) e Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): la Joint ACM/IEEE - CS Task Force on Computing Curricula, en los cuales se especifican los siguientes perfiles de carrera (ACM, IEEE, 2013):

- Ciencias de la Computación.
- Ingeniería de Computadores.
- Ingeniería de *Software*.
- Sistemas de Información.
- Tecnologías de Información.

Actualmente, para el caso de Colombia y basado en los perfiles de carrera especificados por ACM y la IEEE, se puede afirmar que los programas de pregrado en Ingeniería de Sistemas están enmarcados dentro de las áreas de las Ciencias de la Computación, Ingeniería de *Software* y Sistemas de Información (ACOFI - ICFES,

2005, p. 9), mientras en Europa y Estados Unidos dichos perfiles de carrera se han convertido en planes de estudio específicos. Esta mezcla de diferentes enfoques, si bien tiene una gran intersección en los conocimientos básicos impartidos, se distingue entre sí en lo profesional de manera significativa (ACOFI - ICFES, 2005, p. 20), generándose así el dilema frente a la esencia y el objeto de estudio de la profesión. Esto ha causado que cada universidad defina su propio perfil profesional del ingeniero de sistemas, de acuerdo con su misión, visión y proyecto educativo institucional.

A este panorama se agrega que, debido a que el aumento de la industria del *software* le representa al país crecimiento económico, el programa de Ingeniería de Sistemas se ha consolidado como un fuerte eje de desarrollo, por lo cual el Gobierno Nacional impulsa la difusión del estudio de carreras relacionadas con Tecnología, para reversar el déficit de ingenieros de sistemas. La competitividad y globalización le imponen además a la formación, la camisa de fuerza de tener que capacitar a sus estudiantes para lograr estas condiciones:

podemos decir que la Ingeniería de Sistemas y el uso y apropiación de las TIC sirven como apoyo transversal al desarrollo sostenible en los sectores que generan progreso en los diferentes contextos, motivo por el cual se debe definir y poner en marcha estrategias que permitan cerrar la brecha digital existente (Hernández & Martínez, 2009, pág. 106).

¿Qué implicaciones tiene el panorama descrito acerca del propósito de los programas de Ingeniería de Sistemas en Colombia, de cara al objetivo perseguido por la Teoría Crítica de la Tecnología? Feenberg propone una crítica holística del fenómeno tecnológico, distinguida analíticamente en dos tipos de

instrumentalizaciones: primaria (orientación técnica hacia la realidad) y secundaria (acción en el mundo, condicionada socialmente); la complementariedad de ambas instrumentalizaciones es lo que se llama *dialéctica de la tecnología*. Sostiene además que el modelo económico hegemónico actual, representado en el capitalismo: “tiene una relación particular con estos aspectos de la técnica. Puesto que su hegemonía se apoya en el sesgo formal, se esfuerza por reducir a la técnica al nivel primario de la descontextualización, el cálculo y el control” (Feenberg, 2012, p. 274).

Para ir más a fondo en esta visión de Feenberg, es posible realizar varios análisis al respecto. Uno de ellos es el de la fuente admitida para la definición de un plan de estudios en Ingeniería de Sistemas, como lo son las organizaciones estadounidenses ACM y la IEEE: vale la pena revisar por qué en Colombia se han tomado estos documentos como guía curricular y sus consecuencias. Otro aspecto es el privilegio de un enfoque computacional sobre uno sistémico, holístico o integral dentro de la razón de ser de los programas académicos de la Ingeniería de Sistemas.

3.1.1. La globalización del conocimiento en computación

Gran parte de los programas académicos de Ingeniería de Sistemas en el país se basan en diversas iniciativas de guías curriculares en el ámbito mundial, en su mayoría las realizadas por ACM/IEEE y, más recientemente, la iniciativa CDIO (Concebir - Diseñar - Implementar - Operar). El análisis llevado a cabo por Insuasti en *Ciencias de la Computación: ¿un reto para el pensamiento decolonial?*, sugiere con esto una posición hegemónica por parte de Estados Unidos y Europa con

respecto a los lineamientos curriculares de las carreras relacionadas con la computación.

En las universidades colombianas se están adoptando guías creadas en lugares altamente desarrollados, con una tradición orientada a la ciencia –como lo es en su mayoría en el mundo anglosajón– y donde hay un fuerte grado de generación de conocimiento para servir a los ambientes productivos: “todos los contenidos que se aborda en las Ciencias de la Computación ya han sido previamente organizados, sistematizados y delimitados por estas corporaciones internacionales de acuerdo con las declaraciones globales de los currículos” (Insuasti, 2013, p. 96). No se evidencia una correlación entre el contexto histórico, social, cultural, en que se configuran los programas académicos, con la situación puntual del país, lo que implica que se importen directrices del ‘primer mundo’, sin pasar por una etapa adecuada de apropiación crítica.

Adicionalmente, dichas directrices son utilizadas en distintas y diversas regiones del mundo como Estados Unidos, Europa y Colombia. Bajo el fenómeno de la globalización se justifica el uso de estas guías como base para los planes de estudio de Ingeniería de Sistemas: se pretende afirmar de facto que, como el tratamiento de la información es uno de los objetos de estudio del campo de la computación, hay muchos escenarios que comparten requerimientos comunes, independientemente de la ubicación geográfica en que se presenten las necesidades (como por ejemplo, la seguridad informática, la concurrencia y la ubicuidad de la computación en red)⁴. Así,

⁴ Reforma Curricular Ingeniería de Sistemas 2014, Departamento de Sistemas - Universidad de Nariño. Consultado el 31 de octubre de 2016. Disponible en: <http://sistemas.udenar.edu.co/wp-content/uploads/2014/09/ReformaCurricular.pdf>

el contexto cultural, social, político y económico del lugar donde se desenvuelven los programas académicos y el futuro quehacer del ingeniero, termina siendo irrelevante, evidenciándose un proceso establecido de estandarización, favorecido por las corporaciones líderes del sector en el medio mundial, y acogido por las universidades del país.

De cara a la Teoría Crítica de la Tecnología, la homogenización de las diferencias por cuenta de la globalización es catalogada por Feenberg como un valor antidemocrático que favorece una racionalidad instrumental. Al retomar la *dialéctica de la tecnología*, lo anterior se ve representado en una instrumentalización primaria: la descontextualización:

la tecnología capitalista se basa en la descontextualización reificada de los objetos que construye. Es debido a que los elementos técnicos básicos son abstraídos de todo contexto particular, que pueden ser combinados y reinsertados en cualquier contexto para promover un interés hegemónico (Feenberg, 2012, p. 277).

Aun cuando desde las universidades se explique en planes de reforma curricular y proyectos educativos institucionales, que al momento de adaptarse a dichas guías se contextualizan, la línea entre seguir el núcleo común de ACM/IEEE/CDIO o adaptarlo, termina siendo muy delgada: se sacrifica el contexto cultural en pro de la globalización.

Otra de las razones por las cuales las universidades colombianas acogen estándares curriculares, es la búsqueda de la acreditación de sus programas de estudio ante diversas entidades certificadoras. En el entorno nacional, la acreditación

de programas e instituciones de educación superior se realiza ante el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) y busca garantizar a la sociedad que las instituciones que hacen parte del sistema cumplen los más altos requisitos de calidad y que realizan los propósitos y objetivos propuestos. El CNA creó un marco de acreditación universitaria para el país que “interpretaba, en buena parte, los principios y postulados del sistema de acreditación de universidades de Estados Unidos y fijaba las políticas, los indicadores y criterios de medición de las calidades académicas para la universidad colombiana” (Valencia & Fernández McCann, 2012, p. 8).

En el plano internacional, los programas de Ingeniería de Sistemas pueden acreditarse ante el Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), así como también por marcos curriculares reconocidos como el CDIO, que evalúan varios factores, entre ellos que el programa académico evaluado sea consistente con la misión institucional de la universidad. Dichas organizaciones se basan en experiencias de universidades internacionales:

CDIO se fundamenta en las experiencias de universidades de élite mundial, que han establecido un conjunto de buenas prácticas curriculares y docentes que han alimentado los procesos internacionales de certificación. Ahora estas instituciones están en el proceso de la innovación curricular y de la formación integral. Las mejores prácticas están dentro de la genética de los procesos universitarios de élite y pueden ser vistos como procesos corrientes que ya se han implementado. Para universidades de países en desarrollo, donde los procesos de mejoramiento e innovación curricular aún son incipientes, salen a la luz nuevos retos a los que hacer frente (Ulloa, Villegas, & Céspedes, 2014, p. 1).

En Colombia, ACOFI insta a las instituciones educativas a cumplir procesos de acreditación, nacionales e internacionales, y la mayoría parece estar de acuerdo con acoger estas directrices: para la Universidad de los Andes, la comparación con modelos de acreditación internacionales altamente difundidos “facilita la comparación y homologación entre instituciones y sistemas educativos. Se busca tener un lenguaje común que sea de gran aceptación en las instituciones educativas en Colombia y que, al mismo tiempo, obtenga reconocimiento internacional” (Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación Universidad de los Andes, 2011, p. 41).

Para la Universidad de Antioquia, comprobar que los programas académicos alcanzan o exceden criterios, requerimientos o estándares específicos y asegurar que los graduados de un programa acreditado hayan alcanzado un nivel mínimo de competencias en sus campos de estudio, asegura su calidad y, en cierta forma, sirve de protección para la sociedad (Valencia & Fernández McCann, 2012, p. 2).

Así, la certificación otorga un ‘estatus’ frente a las demás universidades y a sus propios estudiantes; la relación entre calidad y educación superior se evidencia en términos de ‘comparación’, ‘competencias’, ‘indicadores’, ‘medición’, ‘buenas prácticas’ y ‘homologación’, entre otros, con respecto a un referente internacional. De esta forma, los procesos de acreditación de calidad universitario, no difieren en gran parte de los que se siguen, por ejemplo, en una fábrica donde la lógica de mercado se basa en valores como la eficiencia/productividad:

Esta mirada de la calidad influida por los desarrollos del globalismo financiero, que enarbolan como estandarte los procesos de estandarización, normalización y

homogenización ha favorecido, según Roland Barnett, un reduccionismo en el que unas disciplinas absorben a otras en la comprensión de los fenómenos, lo que se ve reflejado también en las formas de gestión. Se podría nominar a esta nueva unidimensionalidad: 'operacionalismo' y catalogarse como la ideología dominante (Molano Camargo & Neira Sánchez, 2009, p. 141).

De acuerdo con Barnett,

las capacidades operacionales que la sociedad persigue, anuncian un intento de reconstruir a los seres humanos y gestar formas de conocimiento de manera demasiado limitada... términos como intuición, comprensión, reflexión o sabiduría, son dejados de lado y se prefieren en cambio otros como habilidad, competencia, resultado, información, técnica y flexibilidad (Barnett, 2001, p. 32).

Si bien la globalización es un fenómeno irreversible y para países del tercer mundo como Colombia, se constituye en el terreno para que la economía se desarrolle por medio de la industria de TI, las realidades nacionales deben tener un peso dentro de la concepción de universidades responsables socialmente, en las cuales los retos son muy diferentes a los que enfrentan las universidades de países desarrollados.

Las condiciones propuestas por organizaciones internacionales de acreditación, asignan un valor de calidad aceptado por los programas académicos de Ingeniería de Sistemas; sin embargo, la universidad debería implementar además otros criterios para medir su calidad en términos del

compromiso con la generación de un conocimiento que aporte a la transformación de las condiciones de inequidad, marginación y exclusión. No sería entendible en

Colombia una universidad que se califique como de calidad y que esté de espaldas a las graves situaciones sociales de las mayorías empobrecidas (Molano Camargo & Neira Sánchez, 2009, p. 144).

Es necesario definir y, consecuentemente, hacer realidad, la pertinencia de un programa de Ingeniería de Sistemas, más allá de aspectos organizacionales o gubernamentales, de estar medida en términos de productividad, aporte en la modernización de tecnología, ahorro en costos y en *software* de calidad, o de contribución al desarrollo de la economía, sino en relación con una pertinencia con los contextos sociales, culturales, económicos y públicos, sobre la justicia social y la equidad. Esto desemboca en el cuestionamiento directo por el sentido de la formación en ingenieros de sistemas, en este caso como individuos formados para el trabajo y la generación de mano de obra, en contraposición al ideal de individuos críticos como agentes de transformación en la sociedad.

Todo esto resulta especialmente complicado de alcanzar en Latinoamérica, donde, en general, predomina la tradición de la universidad colonial, su desarrollo con el modelo napoleónico y una tendencia a aproximarse al prototipo estadounidense (Valencia & Fernández McCann, 2012, p. 7). Esta idea se relaciona con lo propuesto por Walter Mignolo en el proyecto modernidad/colonialidad, en el que se incluye el control del conocimiento como uno de los dominios de práctica dentro de la matriz colonial del poder (Mignolo, 2010, p. 124).

Las capacidades operacionales mencionadas anteriormente, servirían como uno de los mecanismos para alimentar la economía del capitalismo en la globalización; pero de cara al propósito de transformación hacia una racionalidad democrática, es

necesario encontrar un punto medio en el cual puedan convivir el progreso económico y el bienestar, y a su vez tenerse en cuenta valores que han sido tradicionalmente excluidos, lo cual, según Feenberg, tiene consecuencias no democráticas. Una opción sería complementar los lineamientos de acreditación internacional, con una contextualización de la praxis de la didáctica de los contenidos o desarrollo de habilidades: “existe una gran oportunidad de contextualizar la praxis de las Ciencias de la Computación, a pesar de que los contenidos y las herramientas utilizadas sigan estándares precisos en el marco histórico del mundo globalizado” (Insuasti, 2013, p. 99).

3.1.2. ¿Enfoque computacional contra enfoque sistémico? ¿enfoque investigativo contra enfoque empresarial?

Anteriormente se evidenció la variedad de enfoques que tienen los programas académicos en Ingeniería de Sistemas en Colombia, producto de la mezcla de varias disciplinas establecidas por la sociedad ACM/IEEE y de la visión y los objetivos de la institución educativa. La decisión de la universidad de privilegiar uno u otro enfoque se reflejará en un complejo sistema de acciones, propias del proceso formativo de la educación superior, que determinará consecuentemente el perfil profesional del egresado y su posterior inserción en el mundo laboral. Dicha elección, así como la de adoptar estándares internacionales basados en ‘buenas prácticas’ –por lo general de universidades de prestigio en Estados Unidos y Europa–, tener el marco de referencia de un mundo globalizado y otros criterios más, generará unas consecuencias o resultados que se analizarán con detenimiento.

Son varios los propósitos de la educación superior; uno de ellos es la producción, difusión y transmisión del conocimiento en la sociedad. La adopción de un determinado enfoque determinará también la *clase* de conocimiento que se entregará a los estudiantes: conocimiento para la investigación, para el entrenamiento, para la resolución de problemas, para la administración, para la transmisión, para la transformación, etc.

En el caso de muchas de las instituciones educativas de renombre que sirven como guía para el establecimiento de estándares internacionales –tal como el Massachusetts Institute of Technology (MIT) –se privilegia la creación del conocimiento tecnológico, acorde con la realidad del contexto donde se desenvuelven (primer mundo, industrializado, predominio de la innovación, etc.). Sin embargo, según Peter Denning –ingeniero, científico de la computación y escritor estadounidense– en su artículo *Educating a New Engineer*, el panorama de la investigación también se ha visto supeditado a condiciones de tipo económico: el sistema de ‘recompensas’ ha hecho que se mida el éxito de la investigación por la cantidad de artículos publicados y no por su conexión con alguna preocupación real de largo plazo (Denning, 1992, p. 9).

Un enfoque investigativo permea todo el proceso formativo universitario y configura el plano de relaciones simbólicas entre el docente, el estudiante y la institucionalidad: enfatizar modelos pedagógicos centrados en el estudiante y su aprendizaje, más que en el profesor y su enseñanza; tener un perfil más científico y orientado a la innovación, que uno ingenieril; invertir más o menos recursos en

investigación; y la concepción que se tenga de la investigación en el contexto académico, entre otras relaciones.

En el caso de países en vías de desarrollo o del 'tercer mundo', como lo es Colombia, la importancia de la ingeniería en general, según ACOFI, es:

generar bienes y servicios en el aparato productivo de manera eficiente y económica, facilitar al Estado y sus instituciones el cumplimiento de sus obligaciones y responsabilidades sociales, contribuir a que el país participe en la globalización, por medio de la competitividad y poder mejorar el nivel de vida de la población (ACOFI, 2007, p. 22).

La ingeniería, sometida a las demandas del sector productivo, privilegia la operación –entendida como la réplica sucesiva y cada vez más eficiente de modelos naturalizados, que ya no son cuestionados– sobre la investigación, que atiende precisamente a lo contrario:

Las políticas educativas predominantes orientan a las instituciones de educación superior hacia la satisfacción de las necesidades y demandas del sector productivo; hacia la capacitación de individuos que asimilen acríticamente las técnicas y los procedimientos; los programas de formación profesional se orientan a resolver problemas puntuales y a enseñar resultados, fomentando la formación práctica y promoviendo la acción sin mayor discernimiento. Con la información como forma superior de conocimiento y el trabajo como única acción, la educación superior se entretiene en el entrenamiento y renuncia a la búsqueda de la verdad y la sabiduría, la reflexión, la crítica y los elementos innovadores y creativos de largo plazo (ACOFI, 2007, p. 86).

Para el caso particular de la Ingeniería de Sistemas, esta profesión surge con el nacimiento de la sociedad de la información, que ha evolucionado hacia una sociedad del conocimiento. Esta distinción es clave porque implica un paso del enfoque en los datos (como entidad naturalizada, incuestionable y fijada), a la minería de los mismos: un énfasis en la toma estratégica de decisiones y predicciones que arroja el *análisis* del dato. Una formación técnica se inclina por la primera opción, constituyéndose en un aspecto de la instrumentalización; mientras que una formación para la generación de conocimiento no se enfoca en cómo administrar los datos, sino en cómo transformar tanto la realidad, como los esquemas con los que es percibida. Para la Teoría Crítica de la Tecnología, dicha transformación debe apuntar hacia una racionalidad democrática.

Al respecto, Feenberg afirma que la ampliación del papel del conocimiento (entre otras características, como por ejemplo las calificaciones laborales y la participación democrática sobre el control estatal de la industria), determina diferencias significativas entre los dos tipos de racionalidad –instrumental y democrática–, y se constituye en un índice significativo de la transición, así como lo es el hecho de que la acción humana no sea meramente una fuerza natural aprovechada de un modo específico (Feenberg, 2012, p. 235). Asimismo, “la escasez de conocimiento es un resultado directo del código económico (capitalista), que regula la generación de conocimiento en función de las demandas del mercado” (Feenberg, 2012, p. 237). Como afirma Martha Nussbaum:

Se están produciendo cambios drásticos en aquello que las sociedades democráticas enseñan a sus jóvenes (...) Sedientos de dinero, los Estados nacionales y sus

sistemas de educación están descartando, sin advertirlo, ciertas aptitudes que son necesarias para mantener viva la democracia. Si esta tendencia se prolonga, las naciones de todo el mundo en breve producirán generaciones enteras de máquinas utilitarias, en lugar de ciudadanos cabales con la capacidad de pensar por sí mismos, poseer una mirada crítica sobre las tradiciones y comprender la importancia de los logros y los sufrimientos ajenos (Nussbaum, 2010, p. 20).

La relación entre un enfoque computacional y uno de tipo holístico, se sitúa también en la misma línea de análisis. Una concepción computacional de la Ingeniería de Sistemas –en detrimento de una formación holística– no promueve una visión democrática, social o incluyente, dado que su objetivo es crear profesionales bien formados técnicamente, que se adapten bien a los empleos empresariales. Denning aboga por una visión de la esencia de la disciplina, no como el estudio de computadores, sus usos y sus límites, sino como el estudio de los procesos (artificiales y naturales) de la información, en los que las actividades relacionadas con el procesamiento y la comunicación de la información ya son un asunto de todos los seres humanos, en distintos ámbitos de su acción. Así, los ingenieros de sistemas serían quienes se ocuparían de las preocupaciones de las personas en esta área:

Estas preocupaciones no se reducen al diseño de mejor *hardware* y *software*, sino que incluyen la instalación, configuración y mantenimiento de sistemas de computación en las organizaciones, los estándares para la comunicación e intercambio de información, la privacidad e integridad de las conversaciones, archivos y documentos, el contexto histórico de la computación y las comunicaciones, así

como los valores compartidos por la gente que usa los computadores y las redes (Denning, 1992, p. 9).

Por este motivo, para Feenberg la educación debería desacoplarse de las estrategias de inversión de los individuos y de las necesidades económicas de la sociedad, para tornarse la fuerza conductora en el cambio tecnológico y social: “el progreso tecnológico sería resultado, más que la causa de la generación de nuevas relaciones sociales” (Feenberg, 2012, p. 242).

La transición de una racionalidad instrumental a una democrática, desde el propósito de la Ingeniería de Sistemas, podría lograrse al ampliar el conocimiento: se vería reflejada en un balance formativo para que haya una distribución adecuada entre estudiantes que se dediquen a satisfacer sus expectativas laborales, atendiendo a las demandas de la industria o el mercado, y estudiantes que continúen la senda de la producción del conocimiento. Si la universidad garantiza ese balance entre los dos enfoques, la tensión tendrá un punto de equilibrio y podrá extenderse la racionalidad democrática.

Lo que se propone entonces no es apostar por el encumbramiento de una utopía de la racionalidad democrática a costa de la desaparición de la instrumental, sino reconciliar las dos visiones, lo cual solo será posible si el sistema educativo admite la existencia de la tensión entre ambas formas de ver el mundo, permite que sus estudiantes se hagan conscientes de esta y puedan construir criterios propios para desenvolverse en cualquiera de las dos.

La Ingeniería de Sistemas está llamada a ser agente de este cambio y propiciar la transformación de racionalidad, más que cualquier otra profesión, debido a su carácter creativo, autónomo y fundamentado más en habilidades del pensamiento como la abstracción, el reordenamiento, la clasificación, la comparación, la síntesis y el análisis, que sobre operaciones fácticas, que si bien son importantes, se subordinan al conocimiento previo de las primeras. El ingeniero de sistemas debe concretar una relación dialéctica con el mundo, en la que la realidad misma es relativa a los modelos que diseña y construye.

3.2. Perfil del ingeniero de sistemas

El perfil profesional hace referencia a las características que la institución educativa pretende que sus estudiantes estén en capacidad de satisfacer, una vez finalizado el ciclo formativo. A este respecto, las organizaciones internacionales también dan las pautas correspondientes al perfil que consideran debería tener un ingeniero de sistemas, al menos a un nivel elemental. Según (ACM, IEEE, 2013, p. 23), las siguientes características deben ser explícitamente direccionadas y propuestas por los programas académicos en esta área del conocimiento y para un posterior desarrollo profesional:

- Entendimiento técnico de las Ciencias de la Computación.
- Familiaridad con los temas y principios de la carrera.
- Apreciación entre el conocimiento práctico y teórico.
- Perspectiva a nivel de sistema.
- Habilidades para la resolución de problemas.
- Experiencia en proyectos.

- Compromiso hacia un aprendizaje continuo.
- Compromiso con la responsabilidad profesional.
- Habilidades organizacionales y de comunicación.
- Conocimiento de la aplicabilidad de la informática.
- Entendimiento del conocimiento de un dominio específico.

En el caso colombiano, y al considerar una Ingeniería de Sistemas que ha derivado de una amalgama de múltiples disciplinas (Ciencias de la Computación, Ingeniería de Computadores, Ingeniería de *Software*, Sistemas de Información y Tecnologías de Información), se encuentra una diversidad de perfiles ingenieriles. Dichos perfiles, además, atienden a diferentes factores, como la visión que tenga la universidad de la profesión, su proyecto educativo institucional, la premisa de acogerse a estándares internacionales y el tipo de relación que haya establecido con determinados sectores productivos y el Estado. Autores como (Hernández & Martínez, 2009, pág. 105), así lo evidencian:

existe gran dificultad para detallar las características de los perfiles hallados en Colombia, debido a la falta de acuerdo en las pautas y en los diferentes puntos de vista; para ello, en algunas ocasiones, la persona que define el perfil generalmente lo hace con base en los requerimientos que necesita satisfacer en el momento, si es usuario, o según lo que está haciendo actualmente, si es ingeniero de sistemas.

ACOFI intentó delinear un perfil profesional del ingeniero de sistemas, que dio como resultado el siguiente:

el profesional de Ingeniería de Sistemas debe tener capacidades para diagnosticar, diseñar, construir, evaluar, auditar y mantener sistemas y procesos de información dentro de un marco administrativo, empresarial y humanista. Debe además tener autonomía para dirigir su desarrollo personal y una actitud de compromiso hacia la sociedad que lo circunda (ACOFI - ICFES, 1996, p. 22).

ACOFI describe también varias características que deben considerarse para la definición de perfiles profesionales de ingenieros de sistemas (algunas coincidentes con las detalladas por ACM/IEEE) y se explican a continuación.

3.2.1. Adaptabilidad al cambio

El ingeniero será capaz de evolucionar y adaptarse, dada la vertiginosa velocidad del cambio en el mundo tecnológico e informático. La constante evolución de la tecnología puede ser analizada en el entorno educativo desde dos perspectivas diferentes: la del ingeniero y la de la institución educativa. El ingeniero debe ser consciente de la llamada 'obsolescencia del conocimiento', lo cual le exige involucrarse en un proceso de aprendizaje y adaptación continuo, para estar a la par con los avances tecnológicos.

Segundo, la perspectiva de las instituciones educativas, cuyos currículos no cambian tan dinámicamente como la tecnología y, por tanto, pueden verse desactualizados. Aunque centrar los esfuerzos en enseñar las últimas innovaciones tecnológicas sería un proceso desgastante; por el contrario, se observa que la universidad se focaliza en la fundamentación teórica, para así permitirle al ingeniero mantener habilidades relevantes a medida que el campo evoluciona.

El estudiante debe saber diferenciar principios fundamentales, de implementaciones tecnológicas particulares –que se desarrollan por empresas de *software*, atendiendo a demandas económicas–. Según el profesor de la Universidad del Valle, Juan Francisco Díaz:

Los cursos de fundamentación le dan capacidad al estudiante de seguir vigente, sin importar cuál es la herramienta del momento. Una formación eminentemente práctica, tal vez solucionará el problema inmediato de una u otra empresa, pero formará profesionales sin ningún impacto a mediano y largo plazo, que se volverán obsoletos muy rápidamente (ACOFI - ICFES, 1996, p. 29).

En este punto, la racionalidad instrumental permea los procesos educativos: la dinámica del mercado lleva a que sea el graduado quien gestione el desarrollo y avance de su propia carrera. En el mercado de la formación universitaria, los pregrados se han devaluado, por lo que el ingeniero visualiza el aprendizaje continuo en términos de actividades de desarrollo profesional, tales como certificaciones, capacitaciones, entrenamientos y/o especializaciones, que se han convertido en un requisito esencial para competir en el mundo laboral.

El aprendizaje continuo, desde la perspectiva de una racionalidad alternativa, enfatiza el aprendizaje autónomo como metodología pedagógica y estrategia para que los estudiantes se adapten mejor a los cambios constantes de paradigmas tecnológicos. Lo anterior implica un cambio en el modelo de formación:

es la expresión del paso del modelo de enseñanza centrado en la instrucción y el protagonismo docente, la concentración física de los recursos institucionales y la relación exclusivamente presencial, a un modelo de aprendizaje orientado, fuertemente

autónomo, basado en la responsabilidad del estudiante y apoyado en el uso de recursos externos a la institución (ACOFI, 2007, p. 98).

3.2.2. Habilidades comunicativas

La Ingeniería de Sistemas es una profesión cuyo quehacer se desarrolla muy frecuentemente en ambientes no técnicos, en equipos de trabajo multidisciplinarios, con clientes, usuarios y colaboradores, cuyas necesidades son de diversos tipos y que no tienen ni el conocimiento ni la formación técnica de los ingenieros de sistemas. Es necesario que el ingeniero adopte el lenguaje del usuario y, asimismo, muestre los resultados que satisfacen sus necesidades en esos mismos términos. No obstante, dentro del proceso educativo de los ingenieros no está explícitamente referida esta multidisciplinariedad; los ingenieros de sistemas utilizan en su mayoría un lenguaje técnico que los aísla y diferencia de su entorno.

El estudiante, inmerso en un lenguaje de tecnicismos, acrónimos y neologismos intraducibles, queda aislado de otros contextos y realidades, lo que le impide interactuar de manera competente con otros sistemas de conocimiento y prácticas en las que circulan múltiples saberes y visiones del mundo. En un sistema técnico interviene una cultura técnica relacionada, que se ve reflejada en el entorno y la propia subjetividad de quien diseña e implementa. Si dicha subjetividad está limitada a ciertos saberes, su producto estará, a su vez, limitado y esto restringe el fin potencial de los desarrollos tecnológicos a un número reducido de beneficiarios, lo cual va en contra de una transformación hacia una racionalidad democrática: una racionalidad técnico-científica no explica cómo el desarrollo tecnológico da forma a

su propio lenguaje, que hace parte de los valores sociales que condicionan el proceso de desarrollo de *software*.

La multiplicidad de contextos donde se desempeñan los ingenieros, exige al tiempo multiplicidad de lenguajes. Se trata –según Feenberg– de llevar a cabo una instrumentalización secundaria: una *sistematización* que busca ampliar el rango de contextos a ser tenidos en cuenta dentro del diseño de soluciones. Dichos contextos corresponden al conjunto de dispositivos, personas y ambientes naturales con los cuales interactúa el ingeniero.

Ludwig Wittgenstein –un ingeniero devenido en filósofo– expresaba que “los límites de mi lenguaje significan los límites de mi mundo”. ¿Cómo entender el mundo si los horizontes de comprensión no logran ir más allá de las realidades que se han establecido como únicas verdades, en este caso, una perspectiva eminentemente técnica? La transdisciplinariedad pasa primero por la ampliación de los horizontes personales, y es allí donde visiones como la hermenéutica podrían aportar a disipar la concepción de la evolución tecnológica como algo ajeno a lo humano, cuando es un lenguaje que parte precisamente de lo humano.

La hermenéutica contribuiría a que el estudiante realice una interpretación, comprensión y construcción social del sentido de su quehacer tecnológico, y asimismo evalúe sus resultados y consecuencias. Esto implicaría trascender de un problema de comprensión de textos, al análisis de una pregunta por el ser individual, colectivo, local y mundial, en la actual sociedad del conocimiento.

3.2.3. Conocimiento práctico y teórico

En el contexto dinámico en el que está inmersa la Ingeniería de Sistemas, se observa que no se da espera a que se forme un cuerpo de conocimiento teórico previo a la exploración práctica, como pasa con todas las demás ingenierías. Sin embargo, en la formación de los ingenieros debe haber un punto medio entre teoría y práctica. Según el profesor de la Universidad de Antioquia, Heberto Tapias, el aprendizaje de los contenidos actuales de las ciencias, como las matemáticas y las ciencias básicas, debe tener en cuenta el contexto de su aplicación a la solución de los problemas de ingeniería (Tapias García, 1999). Para lograrlo, es importante tener en cuenta “la comprensión de la dimensión práctica de los conocimientos teóricos, así como la dimensión teórica del conocimiento práctico y la capacidad para utilizarla en la solución de problemas” (ACOFI, 2007, p. 116).

Aunque muchas de las asignaturas de tipo técnico dentro del plan curricular de la Ingeniería de Sistemas se centran en aspectos teóricos (como redes de comunicaciones, bases de datos, sistemas operativos), no debe hacerse menos énfasis en las cuestiones pragmáticas (configurar una red, hacer consultas de datos, programar los recursos del sistema). La enseñanza de la dimensión teórica estará conectada con su contraparte práctica, para que el estudiante los asimile como un sistema en el cual ambos aspectos se correlacionan.

La formación lógico-matemática ejemplifica el caso ya que, siendo básica, permite la construcción de modelos teóricos y prácticos en las distintas ramas de la ingeniería (Mejía, 1990). Aunque esta formación teórica en efecto está presente en los programas académicos, debería tener, a su vez, una correspondencia práctica.

Las asignaturas de matemáticas, física y lógica son percibidas por los estudiantes como descontextualizadas, que no proveen ninguna utilidad práctica y que no están integradas adecuadamente con el resto de la formación: “En este sentido los cursos básicos de matemáticas para ingeniería han de insistir más en la eficacia de las ideas matemáticas para resolver problemas, que en ilustraciones inapropiadas del aparato lógico-demostrativo” (Mejía, 1990). Contextualizar los contenidos de las asignaturas con la realidad de la Ingeniería de Sistemas facilitará el sentido que el estudiante construya y su transferencia.

3.2.4. Trabajo en proyectos

Un aspecto por considerar como una brecha entre lo que se enseña en las universidades y la realidad laboral del ingeniero de sistemas, es la pertinencia de los contenidos para su posterior aplicabilidad. Durante los primeros semestres se enseñan asignaturas que son el fundamento de la Ingeniería de Sistemas; sin embargo, no se establece una forma de integrar todos estos conocimientos, lo que hace que los estudiantes tengan una sensación de desconexión entre los cursos que se siguen a lo largo su proceso formativo; por ejemplo, cuando estudian redes inalámbricas no perciben que esta es una aplicación de los fundamentos de la teoría electromagnética.

Adicionalmente, los contenidos prácticos de las asignaturas son de una complejidad menor y no se hace énfasis en la resolución de problemas más adecuados al mundo real; los casos prácticos deberían crecer en complejidad a medida que se avanza durante la carrera, para que los estudiantes tengan una idea de cómo manejar problemas grandes y reales. Es importante además que haya un

contacto entre los académicos y los problemas del país, para que la formación no sea inapropiada o irrelevante.

Desconexión curricular, sensación de discontinuidad de aprendizajes en el estudiante y falta de pertinencia práctica, son falencias que se pueden mitigar al implementar una formación basada en la concepción de problemas que se resuelven desde una mirada estratégica que correlacione el principio y los fines, los costos y los beneficios, la gestión de los recursos y el alcance de la meta, lo que no es otra cosa que una educación basada en proyectos. Un proyecto es una secuencia finita de pasos (un algoritmo) que da cuenta de una realidad compleja y problemática, en la que los aspectos técnicos son una parte que se integra de manera no lineal a las otras (no técnicas), para producir una totalidad que excede la mera suma de pasos.

Una racionalidad democrática, que no desconoce una instrumental, pondrá al mismo nivel el aprendizaje basado en proyectos con la construcción de proyectos colectivos y visiones de mundo de las comunidades en las que el ingeniero esté inmerso. Proyectos que ofrezcan soluciones a problemas del entorno, problemas reales, multidisciplinarios, proyectos integradores, acordes con la realidad del país. Para mencionar un caso, la implementación de sistemas de información geográfica debería estar tanto al servicio de la optimización de las operaciones mercantiles de una gran cadena de distribución, como a la visibilización de zonas inseguras para el tránsito de las personas que se constituyen en consumidores de dichas cadenas.

3.2.5. Diálogo industria-academia

La universidad debe introducir al estudiante en el equilibrio que debe existir entre una experiencia organizacional, que lo acerque a una visión del corporativismo, y la necesidad de conservar un espíritu científico, investigativo y emprendedor que lo haga ver más allá de la eficiencia organizacional. ACOFI ha evidenciado falencias en los graduados en el conocimiento de las organizaciones, cómo funcionan y las relaciones que existen en ese medio: “los jóvenes egresados ignoran lo que es un cliente, las diferentes formas de relación empresa-cliente y no conocen ni siquiera un mínimo de sociopsicología para el trato con los clientes” (ACOFI - ICFES, 1996, p. 20).

Vale la pena aclarar además que esto difiere de acuerdo con el carácter público o privado de la universidad. Las universidades privadas tienen más contacto con la industria, sus currículos tienen un énfasis más organizacional y mayor facilidad para adaptarse a las últimas tecnologías y necesidades corporativas; en las universidades públicas no sucede lo mismo (Infosys - Universidad EAFIT, 2014, pp. 49-50).

Si bien los ingenieros deben tener un tipo de conocimiento organizacional de cierto nivel, no es conveniente reducir la Ingeniería de Sistemas a características como productividad o competitividad, incluso cuando su especialización en los conocimientos tecnológicos permite mejorar y automatizar procesos y gestionar la información en las organizaciones. Para ACOFI “no se debe supeditar la formación académica a los requisitos empresariales, ya que los ingenieros no pueden constituirse como engranajes que se acoplen a los sistemas informáticos de las compañías” (ACOFI - ICFES, 1996, p. 29).

La industria demanda a la academia darle más importancia a aspectos que son parte fundamental de los proyectos de desarrollo de *software* real y de alta envergadura. Por ejemplo, los sistemas del mundo real consisten de millones de líneas de código y requieren de un fuerte trabajo en equipo; estas cuestiones no tienen tanto eco en la academia. Para cerrar la brecha entre lo que se aprende en la universidad y lo que se hace en la práctica laboral, en pro de mejorar la industria del *software*, las corporaciones proponen que: “los consorcios y organizaciones traigan estudios de casos y componentes reusables como simulacros de proyectos, y lleven a cabo talleres para el profesorado, desde un punto de vista de negocios y del mercado” (Infosys - Universidad EAFIT, 2014, p. 8).

Desde el punto de vista de la industria, se estandarizan los procedimientos, las técnicas y los lenguajes, para minimizar la dependencia de las habilidades del ingeniero, y así ir en búsqueda de la eficiencia y la productividad:

esto es un desperdicio de talento humano y esfuerzo porque reduce a todos al mínimo común denominador. (Las empresas) quieren ser capaces de operar con desarrolladores mínimamente capaces e intercambiables, guiados por unos pocos ‘visionarios’ demasiado grandes para estar preocupados por los detalles de la calidad del código. Esto lleva a un inmenso conservadurismo en la elección de las herramientas básicas (como los lenguajes de programación y los sistemas operativos) y a un deseo de monoculturas (para minimizar los costos de entrenamiento y despliegue) (Stroustrup, 2010, p. 41).

Para la Teoría Crítica de la Tecnología esta situación refleja una visión de la tecnología como elemento neutral, “porque se sostiene justamente en la misma

norma de eficiencia en todo contexto. Por consiguiente, su universalidad significa también que se le pueden aplicar los mismos criterios de medición en diferentes configuraciones” (Feenberg, 2012, p. 25). La estandarización y universalidad evidencian el deseo de beneficiar los intereses privados de las industrias, por medio del uso de reglas y procedimientos implícitamente incorporados.

Una respuesta límite de algunas universidades frente a este panorama, amplía más la brecha:

enfrentada con la realidad industrial, la academia se vuelve a sí misma, haciendo lo que hace mejor: estudia cuidadosamente fenómenos con los que pueda lidiar en aislamiento, por un pequeño grupo de gente de pensamiento similar, construyendo fundaciones teóricas sólidas, y elaborando diseños perfectos y técnicas para problemas idealizados (Stroustrup, 2010, p. 41).

Sin embargo, el objetivo no es que se tergiverse el sentido de la educación para que cumpla las demandas de la industria o viceversa; debe haber un cambio en ambas partes, buscar un punto intermedio, crítico, dialógico:

ninguna organización puede permanecer exitosa sin una memoria institucional y una infraestructura para reclutar y desarrollar nuevos talentos. Incrementar la colaboración con los académicos interesados en el desarrollo de *software* puede ser productivo para ambas partes. Investigación colaborativa y énfasis en el aprendizaje de larga vida, va más allá de meros cursos de entrenamiento y debería desempeñar un rol mayor en esto” (Stroustrup, 2010, p. 42).

El diálogo industria-academia pone sobre la mesa las más críticas tensiones que cristalizan los desequilibrios en los que se mueve el proceso educativo. Dicha tensión debe ser transmitida también al estudiante, quien no puede ser un simple espectador pasivo de situaciones complejas y conflictos conceptuales de su profesión. Es su responsabilidad enterarse y formarse una opinión propia, para así tomar partido.

3.2.6. Desarrollo de habilidades ‘blandas’

Los ingenieros de sistemas se enfrentan cotidianamente a situaciones que no son netamente de origen técnico y que, por el contrario, involucran otros valores, a los que se ha llamado ‘habilidades blandas’, que corresponden a cualidades comportamentales en el ámbito personal. Habilidades como ética, espíritu crítico y constructivo, solidaridad social, adaptabilidad, creatividad, liderazgo, capacidad de innovación, disciplina, responsabilidad, capacidad de análisis y decisión, facilidad de comunicación oral y escrita en una segunda lengua, trabajo en equipo, interdisciplinariedad, movilidad (en todos los sentidos, ser capaces de cambiar de contexto técnico, de contexto aplicativo, de nivel de responsabilidad y muchas veces de lugar de trabajo) y resolución de problemas, entre otras, son demandadas a los ingenieros de sistemas y diversos estudios hacen énfasis en su falencia dentro del quehacer ingenieril.

La ausencia de tales habilidades en la formación universitaria tiene su origen en el nacimiento de la modernidad, en el que la división disciplinar entre las humanidades y las ciencias naturales fue determinante. Muchos autores han escrito acerca de la división entre estas dos entidades epistemológicas; Michel Serres y Edgar Morin, entre otros, atribuyen la dificultad para abordar cualquier fenómeno

social, al estudiarlo parcialmente desde alguna de ellas, sin considerar un sistema complejo en el que pueden converger varias disciplinas como estrategia para resolver las problemáticas actuales de la sociedad.

La concurrencia interdisciplinar de lo histórico, político, social y cultural, con lo técnico, proporcionaría una comprensión más amplia y menos determinística de la 'sociedad de la información' en la cual los profesionales se desempeñarán. Dicha comprensión no se obtiene con un enfoque reduccionista, al observar una sola perspectiva del problema, sino propiciando una mirada compleja del mismo. Por esto las habilidades "blandas" no son transmisibles por medio de cursos, pues no son contenidos informativos, sino que se adquieren en el quehacer de la profesión, que se ve reflejado en actividades académicas y formativas tendientes a mostrar un trabajo acorde con la realidad (aprendizaje por proyectos, problemas del mundo real, prácticas profesionales, programas de apoyo a la comunidad).

Según Feenberg, dichos valores representan potencialidades entendidas como "dimensiones ontológicamente reales de los seres humanos y de la naturaleza". Sin embargo, dichas dimensiones han sido suprimidas o representadas de manera parcial por visiones eminentemente técnicas (Feenberg, 2012, p. 284). Las habilidades 'blandas' son consideradas como objetivos de la ingeniería, ya que reintegran los contextos y las cualidades secundarias de los objetos técnicos.

Para Feenberg, este cambio podría ser abordado 'desde adentro'; es decir, los ingenieros tendrían en sus manos la capacidad de lograr un cambio tecnológico que abarque un espectro más amplio de la sociedad. En la medida en que dicho cambio

se promueva desde la misma concepción de la profesión y, consecuentemente se vea reflejado en los planes curriculares, los objetivos socio-humanísticos, o habilidades ‘blandas’ propuestos para los programas de estudios en Ingeniería de Sistemas podrían superar la declaración y verse implementados en la realidad.

3.2.7. Conciencia de los problemas éticos y sociales actuales

La universidad debe ser el espacio para confrontar al futuro ingeniero en cuestiones éticas, sociales y legales de su quehacer profesional, derivadas de la masificación de la tecnología, como son los problemas relacionados con la seguridad, la intimidad, el uso adecuado de la información y la apropiación social de la tecnología, entre otros. No es ideal que desde otras áreas del conocimiento se analicen estas temáticas y quienes crean la tecnología no reflexionen al respecto. “Para lograrlo, se precisa que la universidad participe en la solución de problemas sociales mientras enseña; que los profesores tengan experiencia en lo que enseñan; que los estudiantes sean más autónomos y se encierren menos en los números” (ACOFI, 2007, p. 56).

Para finalizar con el análisis del perfil del ingeniero de sistemas, debe estar claro que su principal herramienta no es un computador, sino sus capacidades para abstraer problemas y estructurar soluciones por medio de la tecnología. Los ingenieros no deben limitarse a lo operativo o a lo administrativo –para ‘ascender en la pirámide laboral’–, sino ampliar su visión para explotar la potencialidad creativa implícita de la profesión. Varios autores han especificado características que reflejan dicha transformación; el profesor de la Universidad de Antioquia, Heberto Tapias indica que el ingeniero debería ser:

un ciudadano más solidario y sensible socialmente, más participativo y tolerante en lo político, respetuoso de los derechos humanos, más integrado en lo cultural y más consciente del valor y la necesidad de un desarrollo sostenible ambiental y socialmente, competente tecnológicamente y creativo; para enfrentar efectivamente, por un lado, el reto de construir una sociedad democrática y moderna en lo económico, político y social y, por el otro, a la creación y el desarrollo de condiciones favorables que nos permitan insertarnos creativamente y con justicia social, a un nuevo ordenamiento internacional (Tapias García, 1999).

3.3. Currículo de la Ingeniería de Sistemas en Colombia

La formación en Ingeniería de Sistemas en Colombia, según el ICFES, generalmente cuenta con los siguientes componentes:

- Ciencias Básicas. Incluye: Física, Matemática, Biología o Química. Su objetivo es formar a los estudiantes en capacidad de análisis y síntesis.
- Ciencias Básicas de la Ingeniería, para desarrollar capacidad de análisis y modelaje del mundo real. Comprende conceptos de Métodos Numéricos, Estadística, Programación Lineal, Electrónica, Modelaje, Lógica Matemática y Matemáticas Discretas.
- Aplicación profesional. Asignaturas que definen a un graduado como ingeniero de sistemas: estructuras de datos, algoritmos, computación numérica, Ingeniería de *Software*, Inteligencia Artificial, arquitectura de computadores, sistemas operativos, Robótica, redes de computadores y bases de datos.
- Socio-humanísticas. Contribuyen a la formación del estudiante como individuo y miembro de una sociedad. Este componente no solo está constituido por

asignaturas, sino que se requiere de espacios y mecanismos que propicien una formación integral de manera transversal a toda la carrera.

En términos de asignaturas, en la mayoría de las universidades del país el currículo del plan de estudios de Ingeniería de Sistemas se enfoca principalmente en aspectos técnicos como desarrollo de *software*, redes y telecomunicaciones, y bases de datos, entre otros, y en componentes de núcleo común, relacionados con matemáticas (cálculo, álgebra, geometría) y física. Después de revisar los pénsum de diferentes universidades, se evidencia que el núcleo de formación socio-humanístico representa un bajo porcentaje con respecto a las asignaturas de corte técnico –casi nunca superior al 20 %–. Dicha área del conocimiento incluye asignaturas obligatorias como ética profesional, castellano, constitución política y competencia en una segunda lengua (por lo general, inglés).

También se encuentran asignaturas relacionadas con economía, comunicación y emprendimiento; adicionalmente el estudiante puede seleccionar cursos electivos, que son ofrecidos por áreas académicas diferentes de la de ingeniería y, por lo general, pertenecen a las líneas de conocimiento humanístico. Sin embargo, al ser de libre elección, puede suceder que el estudiante no se involucre en estas temáticas durante toda su carrera. Pero quizá la mayor falencia del componente socio-humanístico es que el contenido de sus asignaturas se encuentra aislado del quehacer propio de la Ingeniería de Sistemas.

La Universidad de Antioquia realizó una investigación acerca de la formación socio-humanística dentro de sus programas de estudio de ingeniería, en la cual se

evidencia la necesidad que sienten los estudiantes y egresados de que las asignaturas socio-humanísticas estén contextualizadas con el quehacer ingenieril y que la metodología utilizada para dictar estos cursos, sea más participativa y menos magistral (Valencia, Mejía, Muñoz, Ochoa, Parra, & Restrepo, 2005, p. 64).

Otro hallazgo indica que el núcleo socio-humanista que se imparte en la Universidad de Antioquia (y este resultado puede extrapolarse a las demás universidades) no está contribuyendo a facilitar el desempeño laboral –habilidades administrativas–, a tener capacidad de análisis de la realidad social, de liderazgo, de comunicación y formación ciudadana (Valencia *et al.*, 2005, p. 65). Incluso las asignaturas socio-humanísticas son percibidas por los estudiantes en muchas ocasiones como ‘rellenos’; es decir, “materias separadas de la columna vertebral de la formación del programa” (Valencia *et al.*, 2005, p. 62).

Como se ha mencionado anteriormente, la complejidad del ejercicio de la Ingeniería de Sistemas se ve reflejada en su condición transdisciplinar: equipos de trabajo constituidos por profesionales de diferentes áreas del conocimiento, que manejan un discurso común, con el objetivo de solucionar problemas reales de la sociedad mediados por la tecnología. Sin embargo, estos escenarios no se perciben en la academia; al no estar vinculados con las facultades de ingeniería, los componentes básicos y socio-humanísticos no visualizan la relevancia del ingeniero de sistemas en la sociedad.

Una situación equivalente se observa en el componente profesional; dado que la formación especializada es competencia de las escuelas o departamentos de

Ingeniería de Sistemas, un profesor con una fuerte concepción técnica no necesariamente privilegiará asuntos humanísticos dentro del desarrollo de sus asignaturas. Es así como los componentes del currículo se visualizan como

bloques desarticulados en el que encuentran cátedras de físicos, químicos, filósofos, ingenieros y humanistas, entre otros profesionales, que transmiten conocimiento. Este conocimiento en muchas ocasiones está desarticulado de las necesidades educativas de un ingeniero y no evidencian el propósito de formarlo con sentido crítico frente a la resolución de problemas y con protagonismo social (Ocampo, Rincón, Ospina, Bermúdez, & Galvis, 2015, p. 2).

Para revertir una visión desacoplada y técnica del currículo, las asignaturas de los componentes básicos no deben ser vistas como 'cátedras de servicio' en las cuales sus prioridades disciplinares sean genéricas; por el contrario, dichas asignaturas deben estar conectadas con la malla curricular específica de la Ingeniería de Sistemas, para lograr una formación integral que permita comprender los diferentes factores que afectan el mundo que se quiere transformar; para construir, según (Yepes Ocampo, 2005, p. 18), una inteligencia colectiva a partir del desarrollo humano, la dignidad, el respeto por la vida y la justicia social. Sin embargo, la formación socio-humanística no se ve reflejada únicamente en asignaturas sino también en otros aspectos del currículo, como su orientación y los modelos pedagógicos a los cuales se acoge la institución educativa.

En cuanto a lo primero, una tendencia actual es privilegiar una formación por competencias en lugar de una formación por contenidos, en la que el currículo no se constituye en una suma de temas, sino un ambiente de generación de habilidades,

entendiendo una habilidad como “la capacidad de hacer algo en un campo de aplicación, usando un conjunto de conocimientos, herramientas y metodologías de una serie de disciplinas” (Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación Universidad de los Andes, 2011, p. 2). Dicha concepción favorecería la adaptación del currículo y de los estudiantes a un entorno en el que las tecnologías, procesos y herramientas cambian y evolucionan rápidamente, y a que las instituciones puedan incluir en su currículo las temáticas y los retos actuales de la profesión.

No obstante, la flexibilidad que da una perspectiva de competencias sobre una de contenidos, no puede constituirse como objetivo formativo principal:

el manejo minimalista del concepto de competencia lo convierte en sinónimo de habilidad y destreza, y convierte su uso en una búsqueda obsesiva de pautas procedimentales y bridas normativas para hacer las cosas en contexto y alcanzar niveles de desempeño satisfactorios para las exigencias coyunturales de productividad (ACOFI, 2007, p. 99).

Las competencias deben trascender las del mercado laboral o ser habilidades operativas y así estar orientadas hacia una metacognición (lo que se conoce y cómo se conoce); pero no para fluir entre la disyuntiva de una cultura del desempeño económico o una cognitiva, sino para orientar un proceso analítico y dialógico de las situaciones como fuente de la argumentación.

Para el logro de una metacognición orientada hacia una racionalidad alternativa, los modelos pedagógicos tienen un papel importante. Aspectos como las clases magistrales, los horarios genéricos, calendarios equivalentes cada año,

sistemas de evaluación descontextualizados, estandarizados y limitados, deberían dar paso a nuevos enfoques acordes con la práctica de la Ingeniería de Sistemas, más dinámicos, personalizados y flexibles, que le permitan al ingeniero “su formación como ser social, que le potencien sus facultades intelectuales y lo capaciten efectivamente para el trabajo. El nuevo paradigma para su formación debe estar caracterizado por un aprendizaje activo basado en proyectos o en la solución de problemas reales” (Tapias García, 1999).

Los modelos pedagógicos deben propender por la participación activa del estudiante en la construcción de su propio conocimiento; no se justifica un paradigma de recepción pasiva del conocimiento –especialmente cuando los contenidos ya se encuentran disponibles como información en la red—. La Ingeniería de Sistemas tiene diversas líneas de acción, lo que facilita el establecimiento de un plan de estudios flexible en el que el estudiante puede elegir los temas de su interés.

De acuerdo con lo revisado, tanto en el propósito de la Ingeniería de Sistemas, como su perfil profesional y currículo, surgen varias preguntas: ¿cómo el ingeniero entiende el mundo y su entramado social si no tiene conciencia al respecto? ¿Cómo lograría una transición por medio de su quehacer si no posee una formación que le permita ser un interlocutor de la realidad que necesita ser modificada? ¿Cómo podrían suscitarse reflexiones de tipo socio-humanístico relativas al quehacer tecnológico, si desde la propia concepción de los planes académicos de la Ingeniería de Sistemas, no se ve reflejado consistentemente un contenido y unas dinámicas de este tipo?

La etapa formativa es fundamental para que el ingeniero adquiriera la conciencia del mundo en el que habita, sus dinámicas, relaciones de poder y la motivación hacia su cambio, desde el ejercicio de su profesión. Si bien las reflexiones surgen en el medio personal, la universidad es clave para fomentar un espíritu crítico y social. Sin embargo, la realidad es que las concepciones de la Ingeniería de Sistemas varían dependiendo del propósito educativo de cada universidad: representan un entramado de profundas connotaciones ideológicas, intereses que subyacen al diseño de estructuras curriculares, reproducción o subversión del *statu quo*, entre otras cuestiones de fondo acerca de la educación superior, que incluso Feenberg afirma, basado en el trabajo de Samuel Bowles y Herbert Gintis, *Schooling in Capitalist America*, “el sistema educativo fue reorganizado para proveer al industrialismo capitalista con el tipo de trabajadores requerido” (Feenberg, 2012, pág. 49).

En lo que respecta a la Ingeniería de Sistemas en el país, las instituciones privadas privilegian un enfoque organizacional, en contraposición con la especialización teórica/técnica de las universidades públicas. Esto se ve reflejado en todos los componentes del programa académico, incluido el currículo, en el que cursos que son electivos profesionales en la pública, son obligatorios en la privada, por ejemplo, temáticas sobre inteligencia de negocios, minería de datos o *big data*, en los que se analizan los procesos de toma de decisiones en las organizaciones por medio de herramientas, metodologías y tecnologías para tal fin.

Efectivamente, se pasa a un nivel de análisis y abstracción superior, en el que la tecnología no es una herramienta para operar, representar o describir, sino un

recurso invaluable y estratégico. Sin embargo, representaciones en las que la estrategia responde de manera utilitaria a las demandas de las organizaciones, por una parte, o a la fundamentación y solidez de una formación técnica e investigativa, por la otra, se alejan de los problemas sociales del país. La primera solo advierte cómo ejecutar proyectos y conocer realidades empresariales, y la segunda guarda a los estudiantes en una burbuja teórica y técnica que se rompe cuando se topan con la realidad laboral, en la que la investigación es poco fomentada, o conduce a los estudiantes a ser docentes, con un buen conocimiento teórico, pero que dista de la implementación real de soluciones prácticas.

Para lograr una racionalidad democrática, se debe avanzar un paso más, como lo afirma (Tapias García, 1999):

El gran reto que tiene hoy la universidad es interpretar fielmente lo que he llamado los procesos sociales orbitales más significativos en juego y los problemas que obstaculizan la construcción de un país moderno más justo y equitativo; pero también los problemas y las necesidades sociales que puede y debe atender hoy la ingeniería nacional, para traducirlos en unos propósitos de formación del ingeniero futuro, como profesional pero también como ideal de hombre y ciudadano.

Propender por una racionalidad democrática implica tener una visión holística de la profesión, retomar la visión sistémica para alejarse de la meramente computacional y operativa, y superar el desconocimiento que tiene la ingeniería sobre la sociedad y sus dinámicas. Esta perspectiva no debe limitarse exclusivamente al uso de la tecnología sino especialmente, en la Ingeniería de Sistemas, trascender hacia la concepción misma de los desarrollos tecnológicos:

No será la tecnología educativa la que determine cuál de estos caminos seguiremos. Por el contrario, será la política de la comunidad educativa, interactuando con las tendencias de la política nacional, las que determinarán el desarrollo futuro de la tecnología. Y esta es precisamente la razón por la que es tan importante que una amplia variedad de actores sean incluidos en el diseño tecnológico (Feenberg, 2012, p. 202).

A este respecto, vale la pena encontrar aproximaciones intermedias, convergentes, entre visiones de la ingeniería como algo teórico-científico o algo práctico, como la de Fernando Broncano quien propone considerar a la ingeniería como una disciplina humanística: el arte de interpretar las necesidades y posibilidades de una cultura material en la era tecnológica (estudiar los nichos y entornos de artefactos en los que discurre la vida cotidiana contemporánea). Lograr tal capacidad interpretativa exige conocimiento pero también imaginación y capacidad de proyectarse en lo que aún no existe si no es como posibilidad (Broncano, 2011).

La creatividad de los futuros ingenieros se ve diezmada por una educación que –más allá de barreras institucionales o carencias en formación teórica– perpetúa modos de pensar la cultura material como objetos instrumentales y no como redes que ofrecen nuevas relaciones funcionales, de uso, de acoplamiento de formas, etc.: “El velo del instrumentalismo que ha regido la metafísica moderna nos impide observar nuestros entornos materiales como nichos ricos en relaciones de significado que deben ser ‘leídas’, interpretadas y reescritas. Esa es la principal de las capacidades del ingeniero” (Broncano, 2011).

Una perspectiva de los objetos como agentes que transforman las relaciones con otros objetos, evoluciona hacia una visión en la cual se transforma, sobre todo, al futuro usuario. Y es aquí donde radica la importancia del cambio de mirada ingenieril: dejar de ver los objetos como instrumentos y comenzar a verlos como significados, como complejos de relaciones que transformarán en el futuro las posibilidades humanas. Como afirma Broncano, el ingeniero tiene el privilegio de ejercer esa forma nueva de humanismo que significó la conciencia técnica, visualizarse como agente creador de funciones y tramas en la cultura material en la que podemos encontrar la fuente de las nuevas capacidades que le exige el mundo contemporáneo.

4. Análisis de la práctica laboral de los ingenieros de *software*, de cara a la Teoría Crítica de la Tecnología

Uno de los objetivos de la Teoría Crítica de la Tecnología es que por medio de la tecnología se pueda alcanzar una sociedad más democrática, se posibiliten alternativas tendientes a ampliar valores humanísticos y se involucre al sujeto a través de un rango más amplio de necesidades humanas. Feenberg además propone una característica muy importante de cara a la Ingeniería de Sistemas, y es la participación democrática en la configuración tecnológica, resaltando así la importancia de tener en cuenta valores sociales dentro del diseño tecnológico, y no solamente al final, al momento de su uso.

Sin embargo, existen ciertos valores que gobiernan el desarrollo técnico y que limitan una concepción democrática de la tecnología. Dentro de dichos valores antidemocráticos se podrían incluir: la homogenización de las diferencias por cuenta de la globalización; las decisiones de los grupos dominantes que administran los sistemas técnicos; las jerarquías organizacionales; las prácticas, los procedimientos y diseños propios de una racionalidad técnica; los beneficios o perjuicios obtenidos por quienes implementan soluciones tecnológicas; el trabajo bajo la influencia o control directo de administración, gobierno y opinión pública; y el poder económico, político y social generado por el desarrollo tecnológico, entre otros.

El objetivo del presente capítulo es analizar en qué medida la práctica de la Ingeniería de Sistemas, y específicamente el desarrollo de *software*, está contribuyendo o no a lograr el propósito de la Teoría Crítica de la Tecnología, de

alcanzar una sociedad más democrática y, asimismo, superar los valores antidemocráticos que lo pudiesen impedir.

Para iniciar, se describen de las áreas de desempeño laboral de los ingenieros de sistemas en Colombia. La Ingeniería de Sistemas es una profesión que posibilita diversas líneas de especialización, entre las que se destacan la consultoría, seguridad informática, redes de telecomunicaciones, bases de datos, infraestructura y desarrollo de *software*, entre otras. Según (Infosys - Universidad EAFIT, 2014, p. 54) los perfiles que típicamente desempeñan los ingenieros de sistemas se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- Ingeniería de *Software*.
- Infraestructura y Redes.
- Gestión de Sistemas de Información.

Una investigación al respecto realizada por la Universidad Católica del Norte (Parra Castrillón & Londoño Giraldo, 2007) trata sobre esta cuestión; si bien está enfocada en los egresados de Ingeniería de Sistemas de dicha universidad, los resultados pueden ser tomados como un caso ilustrativo que se puede aproximar a la situación general de los egresados de otras escuelas de ingeniería del país. De acuerdo con este estudio, el 54 % de los egresados están vinculados con empresas del sector de la tecnología y la informática. Los otros sectores más significativos son el comercio (14 %), el emprendimiento (14,2 %) y finalmente la docencia (11 %).

La Federación Colombiana de la Industria de *Software* y Tecnologías Informáticas Relacionadas (Fedesoft) también ha investigado acerca del tema y ha encontrado

algunos datos del desempeño de los ingenieros de sistemas del país: 35 % trabaja en producción y desarrollo de *software*, 15,69 % en gerencia, 23,66 % en docencia, consultoría y seguridad informática, 7,92 % en servicio al cliente y 12,68 % en soporte técnico⁵. También se destaca el emprendimiento como un área de desempeño de amplia acogida entre los profesionales de la informática.

Es así como en su mayoría, los ingenieros colombianos especializados en *software* se desempeñan laboralmente en empresas que tienen como objeto de negocio el desarrollo de *software*, o en departamentos de sistemas de compañías de diferentes sectores de la economía (comercial, financiero, educativo, etc.). Se encargan de realizar todas las actividades relacionadas con el proceso de desarrollo de sistemas de información y programas informáticos: análisis de las necesidades del cliente, diseño, implementación, pruebas de *software*, implantación (instalación o puesta en marcha del *software* en un entorno real) y soporte.

En cuanto al emprendimiento, los ingenieros se encargan, además del proceso propio del desarrollo de *software*, de otras actividades como por ejemplo comerciales, de *marketing* y contables, entre otras, todo esto de manera independiente; es decir, lo relacionado con su propio negocio y para sus propios clientes.

A partir de la anterior caracterización se realizará el análisis correspondiente al objetivo del presente capítulo, teniendo en cuenta dos categorías laborales: los ingenieros de *software* ‘empresariales’ –que laboran en compañías, ya sean de

⁵ Fedesoft: *Cinco mentiras de lo que dicen que es la Ingeniería de Sistemas*. Consultado el 31 de enero de 2015. Disponible en: <http://fedesoft.org/cinco-mentiras-de-lo-que-dicen-que-es-la-ingenieria-de-sistemas/>

software o no– y los ingenieros ‘emprendedores’, que se dedican a las actividades relacionadas con el emprendimiento digital.

4.1. La lógica empresarial

Para seguir las cifras mencionadas, un alto porcentaje de ingenieros de sistemas se desempeñan laboralmente en empresas del sector de la tecnología e informática. Ahora bien, en el caso específico de los ingenieros de *software*, este ámbito laboral incluye departamentos de tecnología en compañías de diferentes sectores de la economía, o empresas llamadas casas o fábricas de *software*, donde su propósito principal es el desarrollo de *software* a la medida de los clientes.

4.1.1. Departamentos de tecnología en compañías de diferentes sectores de la economía

En el caso de las compañías de diferentes sectores de la economía, estas por lo general cuentan con una organización jerárquica empresarial de tipo funcional o matricial, en la que los departamentos de tecnología no hacen parte de las áreas estratégicas o misionales de la compañía, sino que se corresponden con áreas de apoyo (como por ejemplo contabilidad, recursos humanos y jurídica, entre otras); es decir, actividades que soportan la operación principal de la empresa y, por tanto, no generan un valor en el cliente final. Si bien mundialmente esta estructura puede haber sufrido transformaciones, dada la preponderancia y relevancia actual de los procesos tecnológicos al interior de las empresas, en Colombia sigue teniendo vigencia.

Michel de Certeau en *La Invención de lo Cotidiano* –y para acoger la idea del poder en Michel Foucault–, describe este tipo de organización empresarial, al diferenciar prácticas estratégicas y tácticas. El lugar estratégico es identificado como algo propio, el lugar del poder y la administración de relaciones; mientras que la perspectiva táctica, en oposición, determina la ausencia de un lugar propio, de autonomía, y predispone una actuación bajo la dirección, el control y la imposición de otras fuerzas externas (Certeau De, 2000, pp. 42 - 43).

Para extrapolar estas ideas a las jerarquías organizacionales, el nivel estratégico corresponde a los roles de gerentes y administradores en los que, según Feenberg “se privilegia las consideraciones de control y eficiencia y se mira al mundo en términos de oportunidades” (Feenberg, 2012, p. 40). En el nivel táctico se inscriben quienes ejecutan los planes que se han llevado a cabo desde la perspectiva estratégica.

Al hablar en términos de la Teoría Crítica de la Tecnología, el nivel estratégico goza de una amplia *autonomía operacional*⁶; en el caso de compañías de diferentes sectores de la economía, dicha autonomía operacional se ve reflejada en el poder que tienen de encaminar las dinámicas de producción de *software* hacia la satisfacción de sus intereses particulares. Esto les permite tomar las decisiones más favorables para su negocio, sin tener en cuenta a los niveles tácticos de la organización (en este caso específico, los departamentos de tecnología), que se limitan a apoyar la estrategia para conseguir los objetivos propuestos. De esta forma,

⁶ Poder para realizar elecciones estratégicas entre racionalizaciones alternativas, sin considerar las externalidades, la práctica consuetudinaria, las preferencias de los trabajadores (Feenberg, 2012, p. 125).

la motivación originaria para la creación de sistemas tecnológicos de *software* dentro de las compañías, responde a lógicas del mercado (dominante y hegemónico, según Feenberg).

Esto no solo se ve reflejado desde la concepción del *software*, sino también en las políticas, metodologías y los procedimientos creados en la Ingeniería de *Software* tradicional para tratar de estandarizar y controlar el proceso de desarrollo de *software*. Dicho proceso es, en sí mismo, de naturaleza creativa y experimental; su resultado es inmaterial y abstracto, por tanto no se inscribe dentro de las leyes físicas que rigen a las demás ingenierías; en él intervienen varios factores que exceden la esfera de lo técnico: tiempo, personas, procesos, recursos económicos y tecnológicos. Por tanto, visualizarlo como un modelo matemático es “insuficiente para expresar la diversidad de los sistemas *software*” (Medinilla, 2005, p. 7).

No obstante sus particularidades, las compañías pretenden estandarizar y optimizar este proceso, al procurar utilizar la menor cantidad de recursos posible. Esta lógica obedece al criterio de búsqueda de la eficiencia y control que Feenberg cuestiona como motivador de la sociedad productiva capitalista. Es así como, siguiendo esta lógica, el proceso de desarrollo de *software* pretende ser lo suficientemente controlado para lograr el objetivo de maximizar la eficiencia, la productividad y la optimización de recursos.

Así, el código técnico⁷ de la racionalidad tecnológica empresarial, consistente en la búsqueda de beneficio para el negocio a través de soluciones tecnológicas, según

⁷ Realización de un interés en una solución técnicamente coherente de un tipo general de problema (Feenberg, 2012, p. 46).

Feenberg, “sedimenta de modo imperceptible los valores e intereses en forma de procedimientos y reglas, instrumentos y artefactos que transforman en rutina la búsqueda de poder y ventajas por parte de la hegemonía dominante” (Feenberg, 2012, p. 38).

Desde este escenario de control, tanto del producto como del proceso en la lógica empresarial, la función de los ingenieros de *software* se limita a desarrollar sistemas tecnológicos de acuerdo con las necesidades de la compañía. Estas actividades se circunscriben, en su mayoría, dentro de un ámbito operativo y de ejecución, más que a un nivel gerencial dentro de la jerarquía organizacional. Las decisiones que toman se limitan a la esfera técnico-ingenieril: pensar acerca de cómo la ingeniería puede ser organizada y optimizada. Así, la libertad de acción de los ingenieros de *software* resulta limitada a la hora de tomar decisiones con respecto a características no técnicas de los productos que diseñan o implementan, pues su radio de influencia está determinado en relación con el nivel que ocupan en la estructura de las organizaciones.

Las decisiones esenciales y fundamentales para el desarrollo de un producto de *software*, tales como factores sociales involucrados –con qué intencionalidad se crea, consecuencias de su uso, contribución a la comunidad y qué problemas trae consigo, entre otros–, están quedando en manos de los niveles estratégicos dentro del poder organizacional, para responder a intereses particulares (por lo general de tipo económico) encaminados a maximizar las ganancias del negocio, más que a propiciar un beneficio social directo o, por lo menos, democrático a las personas que utilizarán el *software* creado.

4.1.2. Fábricas de *software*

El panorama para los ingenieros de *software* no es diferente cuando laboran en ‘casas’ o ‘fábricas de *software*’. En la actualidad la industria del *software* es uno de los negocios más rentables del mundo (tanto que dentro de los diez personajes más ricos del mundo, según la revista *Forbes*, cuatro son empresarios del *software* de grandes compañías: Microsoft, Amazon, Facebook y Google); su desarrollo está en el centro de todas las grandes transformaciones; hoy grandes asuntos se resuelven con *software*: la administración del conocimiento, la economía digital y la evolución empresarial.

Por esta razón se han formado compañías dedicadas totalmente al diseño y desarrollo de *software*, con el propósito específico de crear aplicaciones a la medida de las demandas de otras corporaciones, instituciones o clientes: las casas o fábricas de *software*. En el 2014 en Colombia había 772 empresas relacionadas con el desarrollo o fábrica de *software*, de acuerdo con el Censo del Directorio de Empresas Activas de la Industria del *Software* y Servicios Asociados con TI de Colombia realizado por MinTIC (Sena - MinTIC - Fedesoft, 2015, p. 25).

Si bien existen diferencias esenciales entre casa y fábrica de *software*, por ejemplo en la dimensión de los servicios ofrecidos (pueden ser para todo el proceso de desarrollo o únicamente para la fase de construcción del *software*) o en la forma en que se desarrollan los programas –en mayor o menor grado de forma artesanal–, ambas modalidades coinciden en que su lógica de negocio es lograr una *industrialización* del proceso de desarrollo de *software*, por medio de actividades repetibles y normalizadas.

El objetivo de industrializar el proceso de creación de aplicaciones informáticas es abaratar los costos y reducir los tiempos del ciclo de desarrollo, con el fin de adaptarse a estándares mundiales de productividad, rentabilidad y calidad, como se afirma en *Fábricas de Software: Experiencias, Tecnologías y Organización* (Garzás Parra & Piattini Velthuis, 2007).

Una característica que favorece la industrialización de los procesos de desarrollo de *software* es la *reutilización*, cuyo objetivo es ahorrar esfuerzo en el desarrollo de actividades que realicen la misma función y que están previamente elaboradas. La forma de implementar esta característica en las fábricas de *software* es mediante el desarrollo de “líneas de producto *software*” que, según Jorge Garzás y Mario Piattini, son conjuntos de componentes que corresponden a necesidades de un dominio específico (que incluyen desde requisitos, documentación, diseños, programas y pruebas), con el objetivo de ser usadas en múltiples ocasiones, en requerimientos particulares.

Para que el proceso de desarrollo de *software* pueda llevarse a cabo de una forma industrial, se aísla cada fase del mismo (requisitos del cliente, diseño, construcción, pruebas, implantación y mantenimiento) y se conforman diferentes equipos de trabajo para cada una de dichas fases. De esta forma, los servicios por ofrecer pueden incluir o no, reuniones con el cliente para conocer los requisitos del sistema, el diseño de las aplicaciones, únicamente la construcción, o únicamente el mantenimiento, entre otras configuraciones. También se ‘empaqueta’ en forma de servicios la fase de posventa del *software*, que corresponde al mantenimiento,

capacitación, actualización y soporte, entre otras actividades, por las cuales se generan ingresos adicionales al desarrollo del *software*.

La posibilidad de disgregación de las etapas del proceso de desarrollo de aplicaciones es clave para las fábricas de *software* ya que, al aprovechar el uso de los recursos informáticos interconectados globalmente, les permite ofrecer sus servicios no solo de manera local, sino también en el mercado internacional. Este fenómeno, conocido como ‘deslocalización’, ofrece flexibilidad respecto a la ubicación geográfica de la fábrica y los equipos de trabajo pueden estar distribuidos globalmente (por ejemplo, quienes programan el código fuente no requieren cercanía con los futuros usuarios del sistema para definir requerimientos). Un ejemplo claro de este tipo de negocios es el caso de India, que se ha constituido como líder mundial de la industria de *software*, con personas que poseen altos niveles de formación y representa menores costos; en Latinoamérica un caso que empieza a conformarse es el de las fábricas de *software* ubicadas en Colombia, que ofrecen sus servicios a empresas extranjeras.

Para poder ser competitivas en mercados globales, las fábricas de *software* deben implementar estrategias de medición y evaluación de la calidad que sean aceptadas internacionalmente, para controlar tanto el proceso como el producto *software*, pretendiendo así velar por un mejoramiento continuo. Dentro de las métricas y los estándares de calidad más importantes, se encuentran la norma de calidad ISO (International Standardization Organization), ITIL (Information Technology Infrastructure Library) y el modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration). Adicionalmente, la globalización implica el dominio de ‘habilidades blandas’, como la

comunicación en un segundo idioma, según la investigación sobre la brecha de talento digital llevada a cabo en Colombia (Infosys - Universidad EAFIT, 2014, p. 55).

Sin embargo, de cara a los ingenieros de *software* que laboran en las fábricas de *software*, la adopción de estos modelos de aseguramiento de la calidad, aunque permitan una estructuración del trabajo por procesos, la documentación, medición de los mismos y su posible mejora, no favorece el logro de una mayor incidencia en las aplicaciones que desarrollan. Según una investigación acerca de la organización y división del trabajo en la industria del *software* en India, desde el punto de vista de la organización al interior de las empresas y el desempeño de los ingenieros, las normas de calidad favorecen la mecanización y división laboral, y la pérdida de control sobre el trabajo individual que desarrolla cada ingeniero (Prasad, 1998, p. 431).

En la misma dirección apunta una investigación sobre las fábricas de *software* en España, al afirmar que los estándares “marcan pautas de división del trabajo y son paradigmas que limitan las posibilidades de una nueva forma de organización” (Castillo, 2009, p. 31). Esta visión concuerda con la argumentada por Feenberg acerca del establecimiento actual de una racionalidad de planificación y control, en lugar de una racionalidad de implementación, en la cual los sujetos están involucrados activamente en el mundo tecnológico, al ser más que observadores externos.

Las habilidades de los ingenieros de *software* que trabajan bajo el esquema de servicios del tipo ‘modular’ de las fábricas de *software*, difieren dependiendo del nivel

de servicio que deban atender. En los niveles ‘altos’ de la empresa hay ingenieros de *software* con un mayor nivel académico y experiencia, a los cuales les corresponden las decisiones de diseño, estimación de tiempos, especificaciones, integración y modularización de aplicaciones.

De igual manera, quienes estén dedicados únicamente a la construcción del *software* (codificación en un determinado lenguaje de programación) pueden contar con poca experiencia y un menor conocimiento de las necesidades de los clientes; esto es, deben poseer un conocimiento menos funcional y más de tipo técnico y procedimental. Tampoco tienen responsabilidades sobre decisiones de tipo administrativo, como por ejemplo las estimaciones de los tiempos de desarrollo, ya que implican riesgos en caso de fallos o desviaciones, que pueden desencadenar en reprocesos tales como horas extras de trabajo.

Una consecuencia de dicha especialización del trabajo en las fábricas de *software* es que, para ciertas funciones como el soporte técnico de aplicaciones, las compañías, tanto globales como locales en la industria de TI en Colombia, prefieren contratar técnicos o tecnólogos, en lugar de Ingenieros de Sistemas (Infosys - Universidad EAFIT, 2014, p. 51), o incluso, dichas actividades pueden llegar a ser subcontratadas.

La segmentación del trabajo dentro de una fábrica de *software* busca además la especialización de cada equipo con el fin de obtener calidad a menor costo, y automatizar al máximo (cuando aplique) los procesos de desarrollo de *software*. Dicha premisa de automatización se evidencia en varios aspectos del proceso: la

unidad de medida de la estimación del trabajo son las horas/hombre, el trabajo puede llegar a ser medido en la cantidad de líneas de código que se programan por día, entre otros. Esto implica, según (Castillo, 2009, p. 15) una rutinización de procedimientos, la fragmentación de la producción y el trabajo creativo llevado a cabo por los ingenieros de *software*.

La rutinización y simplificación del trabajo en una organización laboral muy estandarizada y formalizada como la de las fábricas de *software*, tiene diversas consecuencias; una de ellas es la alta tasa de rotación de personal, especialmente en los cargos más ‘bajos’ de la pirámide laboral de la industria de TI. Esto debido a varias causas, entre ellas, la baja edad de los ingenieros –que pueden ser o recién graduados o estar finalizando su carrera–, la percepción de inequidad en sus compensaciones salariales, la competitividad y la oferta del mercado laboral, pocas oportunidades de crecimiento profesional y sobrecarga laboral (debido a malas estimaciones, reestructuraciones organizacionales o a otras responsabilidades adicionales a las de su trabajo específico, que se deben cumplir según las normas de calidad), entre otras.

No obstante, la industria del *software*, a través de las normas y metodologías de calidad, considera acciones para minimizar el impacto negativo en horas de trabajo (y por consiguiente en términos económicos) de la rotación de personal, que deben ser ejecutadas por los ingenieros de *software*. Una muestra de ello son los estándares de proceso en los cuales cada programador debe realizar una documentación del código fuente que escribe, que servirá para que cualquier otro

ingeniero pueda entender lo que se ha hecho, continuar el trabajo y no optar por desechar lo anterior y volver a hacerlo partiendo de cero.

Un resultado de la organización laboral en un entorno de prácticas estandarizadas y rutinizadas, es la pérdida deliberada de capacidad decisoria para los ingenieros de *software* que realizan tareas de programación (Castillo, 2009, p. 17). Bajo este esquema de “gran fábrica” (dado por la necesidad de fuerza de trabajo directa en la industria de *software*), los ingenieros reciben instrucciones y especificaciones precisas de lo que deben realizar, con el fin de evitar la toma de decisiones independientes, que puedan llegar a afectar la concepción de la totalidad de un sistema de *software* previamente fragmentado y modularizado.

Una vez más, el ingeniero se ve abocado a un control externo acerca del qué y el cómo de su labor: qué producto va a desarrollar es determinado por el cliente, mientras el cómo, según (Castillo, 2009, p. 18) representado en los ritmos, el control de la calidad, las condiciones en las que se ejercerán el trabajo y su organización, las reglas de programación y mejores prácticas por utilizar y las restricciones de instrucciones de código que debe evitar, entre otros, le son dictados por la fábrica de *software*.

Dentro del esquema de deslocalización implementado por las fábricas de *software*, el ingeniero tiene un panorama de su trabajo como una ‘caja negra’, en términos de entradas y salidas; el sentido que le encuentra a su labor se visiona como parte de un todo que eventualmente funcionará, pero no tiene una perspectiva global de la totalidad del sistema ni para que servirá. Solo los ingenieros en las

escalas más altas de la organización pueden llegar a tener una percepción de las condiciones globales, tanto del *software* como del mercado (como cuestiones culturales, de idioma, de formas de lenguaje, de huso horario, etc.).

Los ingenieros de las fábricas de *software* terminan inmersos en un sistema de abaratamiento laboral, una nueva división internacional del trabajo: la deslocalización de actividades y servicios en la actual configuración económica mundial, que pretende la disminución de costos de producción de los países desarrollados, para maximizar sus rentabilidades. Los llamados ‘buenos trabajos’ en países desarrollados (en términos salariales y educativos), no continúan siendo buenos trabajos en los países en desarrollo donde se subcontrata la creación de *software*.

Dicho sistema ha sido caracterizado como ‘taylorismo digital’ por Philip Brown; Hugh Lauder y David Asthon en su libro *La subasta global: Las promesas incumplidas de la educación, el trabajo y los ingresos*, al hacer alusión al método de organización industrial y del trabajo consistente en la división de las diferentes tareas del proceso de producción –la ‘gestión científica’– desarrollado por Frederick Taylor en su obra *Principles of Scientific Management* de 1911. El taylorismo digital, a diferencia del taylorismo ‘mecánico’, está enmarcado –y es favorecido– en las dinámicas propias de la sociedad del conocimiento promovida por la revolución informática actual (Brown, Lauder, & Ashton , 2011, p. 77). Hacen parte de su nuevo vocabulario todas las características previamente mencionadas en este apartado: reutilización de componentes, deslocalización, estandarización, modularización, incremento de la productividad, disminución de costos.

El prospecto de la organización del trabajo que está siendo reestructurada por el taylorismo digital, se identifica con la distinción entre *concepción* y *ejecución* (pensar y hacer). Esta división entre concepción (toma de requisitos, análisis, contacto directo con el cliente final que requiere ingenieros con más experiencia, diseño conceptual) y ejecución (construcción del *software*), se ve reflejada en las dinámicas de las fábricas de *software*, según la Caracterización del Sector Teleinformática, *Software* y TIC en Colombia:

las empresas encuestadas revelan una estructura organizacional de tipo vertical, dividida por áreas en donde se destacan la operativa y la comercial. Las entidades que tienen un número alto de colaboradores distribuyen sus ocupaciones más especializadas, observando así una jerarquía vertical en la que se facilita el control sobre las operaciones y la toma de decisiones (Sena - MinTIC - Fedesoft, 2015, p. 19).

La objetivación de los procedimientos, según Daniel Cohen, convierte el saber profesional de cada uno en un bien común de la empresa y no exclusivo del trabajador (Cohen, 2001, p. 47); en este sentido, la informática continúa con el proceso de estandarización iniciado por el taylorismo mecánico. La organización del trabajo en el taylorismo digital representa mucho más que otro intento de cambiar la prioridad —de la creatividad humana, al control del comportamiento a través de medios tecnológicos—: las empresas no solo reexaminan *dónde* pensar, sino que también están usando las nuevas tecnologías para redefinir la naturaleza del trabajo en sí mismo (Brown, Lauder, & Ashton, 2011, p. 76).

En conclusión, las formas que adopta la organización del trabajo en un esquema laboral de fábrica de *software*, así como su pretensión industrializadora del proceso de desarrollo de *software*, se corresponde con las tesis del taylorismo digital; esto se ve reflejado en la división de la inteligencia aplicada a la producción (en la que el ingeniero no es siquiera dueño de lo que crea, ya que la propiedad intelectual sobre el producto le pertenece al cliente) y la reorganización empresarial (incluso los edificios de la fábrica favorecen la modularización del trabajo, facilitando la integración e intercomunicación de los equipos). El talento se segmenta de forma tal que una pequeña proporción de los empleados de élite, encargados de conducir el negocio, tienen licencia para pensar, mientras que los demás se limitan a ejecutar.

Finalmente, sea que labore en una fábrica de *software* o en una empresa de diversos sectores de la economía, la visión de un ingeniero de *software* como agente meramente ejecutor de una estrategia dictada, ya sea por las áreas que controlan las compañías o por los clientes externos, mengua su capacidad creativa y refuerza la perspectiva de una racionalidad instrumental dentro del mercado laboral empresarial, en la cual la tecnología termina siendo un medio para alcanzar los objetivos de ampliar el poder de la organización y subvalora su potencial de cara a un programa social más amplio e incluyente.

Esta perspectiva trae una consecuencia infortunada y es que, según Feenberg, propicia que los ingenieros de *software* confíen generalmente en proyecciones de la cultura ingenieril en la que han sido socializados, donde no hay lugar a cuestionamientos ni reflexiones acerca de la función real de los productos de *software* que diseñan y crean, ni mucho menos sobre la manera ideal de utilizarse:

se trata de un mundo racionalista que tiene poca o ninguna conexión con la vida cotidiana, en el que el pensamiento consiste en operaciones lineales realizadas sobre representaciones no ambiguas de objetos artificiales, descontextualizados y bien definidos. Estos presupuestos racionalistas se encarnan en el código tecnológico de la profesión, sobre cuyas reglas y procedimientos se toman las decisiones estándar de diseño (Feenberg, 2012, p. 158).

Así la profesión –cuya relevancia y potencial creativo permite actualmente posicionarse como un motor de transformación, que debería tener por objetivo la consecución de un estado de bienestar para la sociedad– ha quedado relegada, tal como lo explica Feenberg, a ser reconocida como un instrumento de intereses privados, que son pasados por alto “porque no se expresan por medio de órdenes y comandos, sino que están incorporados técnicamente, por ejemplo, en las reglas de gestión o los diseños técnicos en apariencia neutrales” (Feenberg, 2012, p. 76).

Otra mirada política la han dado diversos estudios (Infosys - Universidad EAFIT, 2014) (Sena - MinTIC - Fedesoft, 2015), así como el Gobierno Nacional y gremios del sector –Fedesoft–, a través del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Señalan con preocupación el déficit de ingenieros de *software*, que impacta directamente la alta demanda de la industria del *software* en Colombia, que en la actualidad presenta un crecimiento sostenible. La necesidad de la industria de tecnologías de la información de contar con más ingenieros, se ha convertido así en una política de Estado, en la cual el Gobierno colombiano ofrece diferentes programas para incentivar la elección de la Ingeniería de Sistemas como

profesión, tales como créditos condonables que cubren entre el 90 % y el 100 % del costo total de las carreras relacionadas con tecnologías de la información y afines⁸.

En conclusión, dado que la tecnología se visualiza de manera instrumental dentro de las empresas para favorecer la consecución de sus objetivos estratégicos, que a menudo son de tipo económico, el margen de maniobra de los ingenieros es limitado y terminan inmersos en las lógicas empresariales de quienes dependen. El papel del ingeniero de sistemas en una empresa es limitado y, por tanto, no tiene la posibilidad de fomentar una democratización del diseño del *software* (a no ser que la compañía así lo quiera); por el contrario, ratifica valores antidemocráticos tales como las decisiones de los grupos dominantes que administran los sistemas técnicos, las jerarquías organizacionales, las prácticas, los procedimientos y diseños propios de una racionalidad técnica y el poder económico, político y social generado por el desarrollo tecnológico.

4.2. La idea del emprendimiento

El dinamismo y la masificación de internet, las TIC y los dispositivos móviles, así como una economía basada en el conocimiento, han favorecido la aparición de nuevas oportunidades de generación de empleos por medio del emprendimiento. Para efectos de este análisis será utilizada la concepción del emprendimiento como una actividad que implica el inicio de una nueva empresa o proyecto, que favorece la independencia y estabilidad económica. Ahora bien, circunscribiendo aun más el alcance del concepto, se centrará exclusivamente en los emprendimientos de base tecnológica, llamados emprendimientos digitales.

⁸ Programa 'Talento TI' del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Consultado el 12 de julio de 2016. Disponible en: <http://talentoti.gov.co/635/w3-channel.html>

Contrario a las empresas que desarrollan *software* a la medida de un determinado cliente, el foco de innovación tecnológica del emprendimiento digital es la creación de aplicaciones de tipo *global*, que puedan ser replicadas y utilizadas en contextos geográficos disímiles, que satisfagan una necesidad específica de un mercado masivo y que evolucionen de acuerdo con la tecnología disponible en su contexto.

En Colombia el emprendimiento digital no es aún una de las principales alternativas laborales para los ingenieros de sistemas. Según las estadísticas revisadas al inicio del capítulo (Parra Castrillón & Londoño Giraldo, 2007), esta modalidad solo representa una pequeña proporción de la ocupación laboral. Esto es, los ingenieros de sistemas actualmente se decantan más por ser empleados que por emprender, a pesar de que en los últimos años han surgido diversas iniciativas independientes que fomentan el emprendimiento digital en el país, incluyendo capacitación, acompañamiento y un ambiente de colaboración entre pares: HubBog, Wayra y Urban Station, en Bogotá; Ruta N, en Medellín; y Parquesoft, en Cali, entre otras.

A estas iniciativas se ha sumado también el Gobierno Nacional, por medio de políticas de fomento al emprendimiento digital, tales como Apps.co, que promueven y potencian la creación de negocios a partir del uso de las TIC, priorizando el desarrollo de aplicaciones móviles, plataformas web, *software* y contenidos digitales. Según el ministro de TI de Colombia, el principal logro de este programa:

es el cambio de mentalidad en una nueva generación de emprendedores que ven en el mercado de aplicaciones y contenidos digitales la oportunidad de crear industria TI, generar bienestar y contribuir al desarrollo del país (...). Pero las perspectivas del

mercado obligan a tomar acciones para enfrentar los nuevos retos. En este contexto, buscamos que los nuevos emprendimientos apunten a satisfacer necesidades de la demanda, incorporando modelos de negocio diferentes, con aplicaciones desarrolladas alrededor de industrias existentes para impulsar su crecimiento⁹.

En suma, la visión generalizada del emprendimiento digital en Colombia consiste en la creación de empresas o *startups* que ofrezcan productos de *software* y servicios globales. Tanto para esta visión, como para la perspectiva gubernamental, el emprendimiento digital pretende lograr un estatus empresarial enfocado en cuestiones económicas como la productividad, la competitividad en mercados internacionales y el incremento de las tasas de crecimiento económico del país, entre otras cuestiones, todas en consonancia con el modelo económico imperante en el mundo.

Este tipo de enfoque, según afirma Feenberg, refuerza la hegemonía del capitalismo y limita la ambivalencia de la tecnología para soportar de una mejor forma las actividades y los principios de la comunidad, por medio de los valores sociales que pueden incorporarse durante el diseño, y no solamente en el uso de los sistemas. La tecnología *per se* tiene potencialidades democráticas, al aumentar el contacto humano, permitir su propia reestructuración a partir de la retroalimentación de los usuarios, incluso el acceso al emprendimiento digital es democratizado por la tecnología: se han presentado muchos casos en los que el único recurso material necesario para realizar una innovación tecnológica ha sido un computador, en

⁹ *Emprendimiento digital en Colombia: retos y oportunidades*. Consultado el 13 de julio de 2016. Disponible en: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-14644.html>

contraste con otro tipo de emprendimientos en los que si no se cuenta con un capital base, no es posible su ejecución.

Por esto, enfocar los debates y las líneas de actuación –en este caso acerca de la motivación del emprendimiento digital en Colombia– en otros aspectos diferentes a la lógica del mercado (por ejemplo, la ética, las diversas formas de organizar la producción, la distribución del ingreso, la toma de decisiones, el papel del trabajo y del trabajador, la transformación social, etc.), contribuiría al objetivo de propender por una racionalización democrática de la tecnología, en la que se tenga en cuenta un rango más amplio de necesidades humanas, tal como lo propone la Teoría Crítica de la Tecnología.

En el campo del desarrollo de *software* es precisamente por medio del emprendimiento digital que se propiciaría esta clase de transformación, al darle al ingeniero de *software* la libertad de no solo ejecutar, sino también de *concebir* las soluciones tecnológicas que se desarrollen, satisfaciendo necesidades que no satisfacen ni las empresas ni los estados. El emprendimiento posibilita diversos espacios, no solo el que propone el capital privado que busca su reproducción y que, por rentabilidad, sacrifica el desarrollo social o el aporte a la sociedad al no ser medidos en términos de rentabilidad económica.

Con el emprendimiento es posible revertir la lógica empresarial en la cual los ingenieros de *software* se limitan a ejecutar y realizar tareas operativas. Los ingenieros tienen la libertad de concebir soluciones integrales –más allá de cuestiones técnicas– que involucren diversas dimensiones sociales. El

emprendimiento digital tiene sentido a partir de pensar y ejecutar la solución de una necesidad o problemática a través de *software*. Y es aquí donde se abre la posibilidad creativa para el ingeniero, no solo para desarrollar la solución, sino especialmente para pensar y analizar la amplia clase de problemas que podría llegar a solucionar.

A dicha potencialidad creativa se refieren Fernando Flores y Terry Winograd cuando catalogan las actividades de diseño tecnológico que realizan los ingenieros informáticos, como una forma de poder que no depende de una asignación de autoridad y que se ve reflejado al tener el privilegio de especificar el rango de fenómenos que puede distinguir un sistema. Este poder va más allá del ámbito técnico:

En la medida en que las decisiones hechas por estos partícipes en el proceso de un diseño actúen para reducir, limitar o eliminar totalmente alternativas de acción, están aplicando fuerza y poder manipulador con el significado sociológico preciso de esos términos (Flores & Winograd, 1989, p. 206).

Esta visión del poder que poseen los partícipes de los procesos de diseño y desarrollo de los sistemas tecnológicos, en este caso de *software*, se corresponde con la tesis de la instrumentalización secundaria de la Teoría Crítica de la Tecnología, en la cual a los objetos técnicos se integran dimensiones de la realidad, como aspectos culturales, naturales y sociales. De esta manera, el margen de maniobra que poseen los ingenieros de *software* se aumenta, al desafiar las estrategias de 'control desde arriba'.

Sin embargo, Feenberg también relativiza dicho ‘poder’ y grado de autonomía de quienes diseñan soluciones tecnológicas, que a simple vista podrían ser vistos como actores poderosos. Es decir, no sugiere un camino directo entre las intenciones del diseñador y la realización del producto, sino que dicho camino está mediado por una red de restricciones que hacen, implícita o explícitamente, que el producto creado encaje con formas establecidas de ser:

En otras palabras, los diseñadores perciben una necesidad de acomodarse a mundos sociales existentes, lo que implica acomodar su trabajo a las relaciones de poder existentes, jerarquías, etc. Un obstáculo, por lo tanto, a la realización de diseños alternativos es el efecto sofocante de tal ‘coerción pasiva’ por parte de las estructuras sociales existentes en los diseñadores (Feenberg & Feng, 2008, p. 117).

Si bien contar con cierta autonomía al momento de plantear un problema y su posible solución técnica es un buen primer paso –en el caso de los emprendimientos digitales en un país en vías de desarrollo como Colombia–, para llegar al objetivo de crear sistemas más democráticos e incluyentes, esto no es suficiente. Feenberg advierte que es necesario además evaluar cómo valores alternativos –tales como democracia, pluralidad, accesibilidad, asequibilidad económica, privacidad, consentimiento informado y descentralización de jerarquías, entre otros– pueden ser introducidos en el proceso de diseño, de tal forma que los códigos técnicos que determinan el diseño sean humanos y liberadores, en lugar de opresivos y controladores.

Cabe recordar que un código técnico, según la Teoría Crítica de la Tecnología, constituye el fondo de valores, supuestos, definiciones y funciones que guían el

diseño tecnológico y definen un marco de toma de decisiones técnicas. La realización de un determinado código técnico depende de las suposiciones que las personas dan por sentado sobre las formas y los significados de una tecnología específica (esto es llamado por Feenberg como la 'Herencia Técnica'). Evaluar los códigos técnicos; esto es, identificar las suposiciones y los valores subyacentes, que son considerados como 'naturales' bajo un determinado contexto, ayudaría a abrir un espacio para diseñar la tecnología de una manera diferente, favoreciendo un modelo democrático de comunicación, en lugar de un modelo tecnocrático de control.

El papel del diseñador de *software* 'independiente', de cara a una racionalidad democrática de la tecnología, es el de encontrar otras formas de vida por medio de la tecnología, situarse en un nivel más alto que una mera instrumentalización –en el que pareciera que hay muchas alternativas, pero todas enmarcadas dentro del mismo modo de vida tecnológico– para tener el potencial de lograr una racionalización democrática de la tecnología, por medio de 'meta-elecciones' alternativas, en las cuales hay valores embebidos en la infraestructura técnica de las vidas cotidianas.

La idea de las 'meta-elecciones' también es recogida por Janet Murray cuando afirma que los 'diseñadores humanistas' –como los denomina–, pretenden ver la mayor cantidad posible de esta gran red de significados, con el fin de entender el contexto y las connotaciones de determinadas opciones de diseño:

mediante la comprensión de las funcionalidades del medio digital –sus propiedades procedimentales, participativas, enciclopédicas y espaciales– es posible llegar a explotarla adecuadamente para desarrollar convenciones de los medios más

coherentes, formatos y géneros digitales que ampliarán el alcance de la expresión humana (Murray, 2012, p. 19).

Reinventar el medio digital es una tarea cultural colectiva de los diseñadores de sistemas tecnológicos lo que, en otras palabras, implica “la expansión de las convenciones que crean los significados que conforman la cultura humana y la capacidad para comprender el mundo y para conectarlo entre sí” (Murray, 2012, p. 2). Esto conlleva un cambio de perspectiva, por ejemplo con respecto a los usuarios de los sistemas, donde los diseñadores los tendrían en cuenta como actores principales dentro del uso y la realimentación de los sistemas, y no solo como receptores pasivos de la tecnología.

La evaluación del contexto dentro del cual los sistemas serán utilizados implica también que los problemas tecnológicos actuales –de autenticación, comunicación, privacidad y regulación, entre otros– sean analizados y tratados desde una perspectiva humanística que, desde un marco de referencia de una racionalidad instrumental, podrían parecer sin respuesta para los ingenieros. Estas nuevas respuestas pueden dar a los desarrolladores un entendimiento acerca de cómo diseñar un *software* que promueva un cambio social positivo o que cuestione el *status quo*, antes que promoverlo. Larry Hirschhorn resume esta visión: “Los ingenieros deben ir más allá de la noción de que siempre hay una ‘solución técnica’ y hacerse cargo de la complejidad del sistema social en el que sus herramientas serán usadas” (Hirschhorn, 1984, pp. 57-58).

Analizar el código técnico en el cual se inscribirá el *software* y hacer que promueva valores más democráticos como ampliar el rango de usuarios, favorecer la

inclusión de las comunidades más vulnerables (indígenas, afrodescendientes, mujeres, comunidad LGBTI, campesinos, personas con condiciones especiales, etc.), resolver problemas críticos del contexto colombiano, trabajar en los fracasos del acoplamiento entre sistema y contexto (para hacer que los sistemas evolucionen, como lo sugiere Fernando Flores y Terry Winograd), entre otros rangos de iniciativas, no será algo que se dé a gran escala en el país.

Uno de los principales retos de los países en desarrollo, entre ellos Colombia, es ampliar la accesibilidad de la población a las nuevas tecnologías, algo que va más allá de una perspectiva acerca de la labor de los ingenieros o de cuestiones de interconexiones físicas, sino que se constituye en un problema de transformación digital que cambia la vida de las personas, la forma de pensar y relacionarse con el mundo.

Feenberg también ha resaltado el posible carácter ‘utópico’ de su teoría; sin embargo, rescata el trabajo de pequeños grupos que han logrado la democratización por medio de sistemas tecnológicos que combinan el *software* con las capacidades humanas, de tal manera que no se busque una automatización o reducción de las mismas sino que, por el contrario, ambos aspectos se complementen.

Un ejemplo de este tipo de iniciativas corresponde al modelo de trabajo del *software* libre y abierto. En esta clase de sistemas tecnológicos, el código fuente de un programa es libre para ser utilizado, distribuido y modificado por otros desarrolladores, que pueden ser diferentes a sus autores originales. El producto de

este modelo de desarrollo es un *software* abierto, que se puede compartir y lo más importante, adaptar de acuerdo con los requerimientos de quien lo use.

Si bien existen diferencias entre ambas denominaciones –*software* libre y abierto– en términos de la filosofía de trabajo, más enfocada a la libertad del usuario como estilo de vida en el *software* libre, la idea esencial es la mentalidad detrás de esta forma de organización del trabajo, en la que básicamente se necesita un equipo de personas, de colaboración, como base para lograr una construcción colectiva centrada en la resolución de problemas, para fundamentar así una economía del compartir. Las implicaciones de esta clase de economía van desde la redefinición de los marcos de propiedad intelectual, hasta el flujo libre de la información para la comunidad.

La comunidad en el modelo del *software* libre es la estructura básica de trabajo –la comunidad de desarrolladores–, contraponiéndose así a las jerarquías organizacionales, en las que la rigidez, las reglas claras y preestablecidas y las estructuras fijas no favorecen el flujo y desarrollo de ideas disruptivas que supongan un cambio en la forma de hacer las cosas y de llegar a otros ámbitos sociales fuera del mercado tradicional. El éxito de estas comunidades podría afectar la forma de organización del trabajo e incluso, la manera como funciona la sociedad.

En el entorno empresarial no se vislumbran esta clase de cambios a mediano plazo dado que, por el contrario, lo que se está haciendo es exacerbar el modelo capitalista. Los programas gubernamentales si bien promocionan las iniciativas de emprendimiento digital, siguen unas políticas también de mercado, por medio de las

cuales se pretende introducir al país en parámetros internacionales de productividad y competitividad, por medio del desarrollo de las TIC, con lo cual se está invitando a los ingenieros emprendedores a estar en sintonía con estos objetivos globales, pero los aspectos sociales, democráticos o emancipadores ni siquiera aparecen implícitamente en las agendas de trabajo o los planes de desarrollo.

A manera de conclusión, el panorama actual para los ingenieros de sistemas, y específicamente de *software*, con respecto a la idea emancipadora del logro de una racionalidad democrática, en contraposición a la racionalidad tecnológica vigente en el contexto colombiano actual, no se contempla ni dentro del esquema laboral empresarial ni dentro de un modelo de emprendimiento digital que, si bien privilegia al ingeniero con un margen de maniobra mayor que en el ámbito corporativo, depende aún del enfoque, motivación e incluso filosofía que se le imprima a dicho emprendimiento.

Es así como el papel del ingeniero de *software* en un país en desarrollo, con grandes problemáticas sociales a ser resueltas, va mucho más allá de su propia concepción instrumental. Debería consistir en la capacidad que tenga de comprender su contexto y en la voluntad de creer y entender que tiene en sus manos un conocimiento relevante que debe ser puesto al servicio de propósitos más amplios e incluyentes, en los cuales el poder puede ser redistribuido a través de la transformación del código técnico vigente.

El escenario más probable en el que se fomente o siquiera se vislumbre un cambio de mentalidad con respecto a la motivación democrática de la tecnología, en

el que el *software* facilite la interacción de las personas entre ellas, la colaboración, la inteligencia colectiva y la participación –valores considerados como socio-humanísticos–, podría corresponder a iniciativas independientes propiciadas por alternativas de emprendimiento digital. Estas comunidades pensarían en cómo se reproduce la vida no solo a través de las reglas que impone el mercado, sino también en la calidad de vida y demás satisfactores humanos, generando simultáneamente trabajo, consumo y producción. Como afirma Feenberg, en tal modelo de sociedad no necesariamente estaría involucrado ningún sacrificio de la productividad.

5. Conclusiones

La Teoría Crítica de la Tecnología ha sido el referente teórico que ha servido de soporte al presente estudio porque visibiliza los supuestos epistemológicos, las representaciones e imaginarios que subyacen a la perspectiva instrumental, que es la que domina el ejercicio tecnológico en Colombia. En el país difícilmente se dan reflexiones de tipo conceptual y se privilegia una visión operacional de la tecnología, supeditada a la agenda de la globalización. La tecnología es utilizada como apoyo en la búsqueda de una mejora en competitividad, atracción de más inversión extranjera, optimización de la producción, incremento de los grandes capitales y disminución de costos; estos aspectos constituyen la misión asignada a la tecnología por los agentes que ostentan la hegemonía industrial. El escenario queda copado por discusiones relativas a la importación, instalación, uso y soporte técnico de soluciones preestablecidas y sobre las cuáles nada podría aportarse en términos de sentidos y apropiaciones sociales que permitan reinventarla para que, a su vez, reinvente al país.

El ecosistema tecnológico se compone de la relación entre diversos actores: sociedad, industria, empresa, sector financiero, instituciones educativas y un conjunto de significaciones y prácticas que representan un complejo tablero de intercambios asimétricos. Tal interrelación favorece un desbalance en la acumulación y circulación del poder, que tiene como consecuencia el privilegio de ciertos intereses sobre otros.

Uno de los aspectos importantes de la Teoría Crítica de la Tecnología es la visión del componente político implícito que tiene la tecnología. En países del tercer mundo, el ejercicio tecnológico funciona a manera de espejo de la realidad social, en la cual quienes detentan el poder reflejan las mismas condiciones de conflictividad social desde el diseño de los sistemas tecnológicos. Esta situación se instaura por medios que ya no son explícitos, sino que su propia estructura reproduce tácitamente la desigualdad, evidenciándose en los procedimientos, procesos, métodos y lenguaje propios de la Ingeniería de Sistemas.

Reconocer el estado actual del fenómeno tecnológico en Colombia invita a reflexionar acerca de opciones de transformación de tal situación. Democratizar la tecnología no es otra cosa que propender por la inclusión en los desarrollos tecnológicos, de valores que han sido suprimidos, y sectores de la población que han sido tradicionalmente excluidos en la práctica real de la democracia.

Uno de los puntos cruciales manifestados por Feenberg es el carácter ambivalente de la tecnología, que puede ser tanto sujeto de control, como posibilidad emancipadora dentro de un proceso de autonomía y resistencia. No existe una gobernanza de la tecnología, no está en su naturaleza pertenecer a una única visión del mundo ni a determinados intereses, instituciones o sectores, por más que estos ostenten el poder político y económico: el Pentágono y Wikileaks se valen del mismo medio tecnológico, a pesar de tener intereses diametralmente opuestos.

Es ese orden de ideas, resulta fundamental promover que un mayor número de personas participen conscientemente del desarrollo y uso de soluciones tecnológicas

que cubran un mayor espectro de problemas sociales, pero no solo desde una perspectiva cuantitativa de indicadores de cobertura, sino como una estrategia que decididamente apunte a incrementar los niveles de calidad de vida de la población colombiana. Dado que es utópico excluirse del sistema económico vigente, no se puede restringir la perspectiva de la tecnología ni a una visión de progreso económico ni a una de bienestar humano; pero esto no implica que no sea posible plantear alternativas dentro del sistema: es clave que existan puntos intermedios, alternativos.

Deben acogerse perspectivas de este tipo, como la hermenéutica analógica¹⁰, que posibilita un modo de interpretación, una actitud abierta e intermedia entre la única interpretación válida de la univocidad y la aceptación de todas las posibles interpretaciones del relativismo de la equivocidad; cuestión similar a la que se plantea en diferentes oposiciones como instrumentalismo/sustantivismo, positivismo/subjetivismo, teoría/praxis y ciencias/humanidades, entre otras. El punto intermedio lo constituye el logro de una metacognición para la transformación: trascender el conocimiento y el utilitarismo para enfocarlo en el logro de una sociedad de bienestar incluyente y al logro de un buen vivir.

Es en la universidad, como institución social y sus presupuestos pedagógicos, donde es importante focalizar la reflexión, ya que es una de las entidades llamadas a crear y difundir un pensamiento alternativo que permita equilibrar las cargas a partir de la introducción de una cultura de la democracia tecnológica. Los proyectos

¹⁰ Mauricio Beuchot: *Elementos esenciales de una hermenéutica analógica*. Consultado el 15 de julio de 2016. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-24502015000100006

educativos universitarios deben abrirse a la reflexión sobre el papel de la tecnología en la sociedad colombiana, teniendo en cuenta la gran cantidad de problemas de la comunidad que podrían ser abordados desde un enfoque tecnológico democrático, en el cual las personas tengan la capacidad de ejercer derechos que les han sido negados por estar en posiciones de menos poder. Como afirma Jacques Derrida en *La universidad sin condición*, la universidad: “debería seguir siendo un último lugar de resistencia crítica –y más que crítica– frente a todos los poderes de apropiación dogmáticos e injustos” (Derrida, 2002, p. 12).

Sin embargo, el discurso instrumental de la sociedad de la información actual y el sistema económico vigente, condicionan varios niveles de la vida social. Las imposiciones del mercado permean la educación, la universidad y, consecuentemente, la formación de los ingenieros y su posterior actuar profesional. Casi que para cada problema hay una solución dirigida a consolidar los códigos instrumentales. Aspectos como obsolescencia del conocimiento y los artefactos tecnológicos, cursos y certificaciones que dan puntos para ingresar al mercado laboral, adopción de estándares internacionales, y la lista podría continuar.

Así, el rol de la universidad en la transformación de una racionalidad instrumental a una democrática, queda en entredicho: una formación de tipo sociohumanística se queda muchas veces en el papel, se menciona en todos los planes de estudios de las universidades, pero por ser un tema ‘no concreto’ y abstracto, no se proveen mecanismos de verificación de su efectiva apropiación.

La educación eminentemente técnica de las facultades de Ingeniería de Sistemas, propicia que los estudiantes sean formados bajo un sesgo que favorece respuestas cuantitativas a los problemas, respuestas que son obtenidas a través de una lógica formal, en lugar de analizar (además) variables cualitativas que intervienen en todo el proceso tecnológico: desde su diseño, creación, hasta su utilización. Hacer énfasis en la construcción del conocimiento, a partir de lo cualitativo, influye en el alcance de una formación integral.

La globalización y la celeridad del cambio tecnológico plantean a las universidades el reto de formar técnicamente a sus estudiantes, pero teniendo en cuenta los nuevos requerimientos sociales demandados por la actual sociedad colombiana. O por el contrario, podría seguir favoreciendo la especialización técnica propia de la disciplina que desestima aplicaciones y demandas sociales más amplias para los desarrollos tecnológicos.

El currículo debe conservar la enseñanza de conceptos fundamentales sobre competencias o paradigmas de moda. Debería ser una combinación de enfoques entre saberes y competencias; pero competencias entendidas desde el punto de vista metacognitivo y no solo operacional o procedimental. Cada una de estas perspectivas obedece a determinados intereses sociales, configura prácticas, imaginarios y valores que corresponden a diferentes proyectos y definiciones de la educación superior.

Otro aspecto a tener en cuenta es la relación entre el sector educativo y el productivo, en busca de sinergias que permitan la mejor adaptación de los

estudiantes a su futuro laboral, pero sin perder de vista que la universidad no es una cantera de piezas que se articulan sin más a la cadena productiva.

La carencia de una cultura de la investigación y desarrollo (I+D), hace que en la mayoría de las empresas no haya espacios en los cuales los colaboradores participen en la reelaboración de los procesos. El ingeniero no aporta su pensamiento en el nivel estratégico sino sus *skills*, que vistos bajo un modelo de caja negra, se configuran en entradas o insumos para procesos que tendrán como resultado la elaboración de productos y servicios, que apuntan al logro de los objetivos corporativos. La estandarización de procesos como diseño, desarrollo o mantenimiento de *software* elimina cualquier posibilidad de participación humanizada del sujeto ingeniero y lo restringe a una instancia ejecutora de una estrategia previamente determinada por un control ‘desde arriba’.

Así, el ingeniero de *software* se posiciona como una pieza más en el engranaje del mercado global; la revolución del conocimiento se circunscribe a los preceptos de la globalización, que está en estrecha relación con las lógicas de la acumulación del capital. Si a este panorama se le agrega la debilidad de habilidades sociohumanísticas, producto de su formación eminentemente técnica (como por ejemplo habilidades de negocios y comprensión de la psicología y de la cultura de sus usuarios, entre otras), el ingeniero, que posee el potencial creativo y epistemológico para ser protagonista de esta era tecnológica, queda relegado al lugar de obrero de una revolución que no le pertenece.

Esto ocurre especialmente en países en desarrollo como Colombia, donde aún los debates tecnológicos profundos no tienen lugar. Aspectos como la pérdida de calificación en beneficio de la reducción de costos de producción del *software*, no suponen un aspecto meramente económico sino también político, al asentar las bases para que se consolide una hegemonía por parte de quienes tienen el poder económico del país.

Una muestra de ello es la que se evidencia desde una perspectiva centro-periferia, en la que la producción está quedando confinada a los países en vías de desarrollo, que compiten por desregular sus marcos laborales para incrementar su competitividad, con base en la disminución de la calidad de vida de sus trabajadores, en este caso, ingenieros de *software*. Desde este escenario, los ingenieros se ven abocados a meras reivindicaciones en sus condiciones laborales, relegando todo su potencial transformador a una lucha por mejorar sus ingresos o cargos en las jerarquías organizacionales.

Finalmente, más allá de la industria o la academia, se encuentra el ingeniero, al vaivén de lo que la universidad y empresa quieran hacer de su quehacer. Sin embargo, esto no es excusa para no ser consciente de su rol protagónico dentro de la sociedad contemporánea. Ser un trabajador de conocimiento en una sociedad de conocimiento, significa que sus competencias deben ir más allá de las técnicas. Debe desarrollar competencias intelectuales encaminadas hacia la producción de conocimiento y no habilidades específicas en una tecnología; debe ser consciente del camino del emprendimiento como medio para su autonomía, para ejercer su potencial creativo y materializar una racionalidad democrática que, por ahora,

emerge por fuera del sistema educativo formal y los esquemas empresariales tradicionales.

Es fundamental que trascienda su autopercepción como gran poseedor de capacidades técnicas para la configuración de sistemas de información, y evolucione hacia un sentido auténtico de su quehacer, en el cual materialice con humildad las necesidades de sectores menos favorecidos, que vaya más allá de la producción y entienda que produce modos de vivir en el mundo que interviene. Hay que quitarle valor al perfil de ingeniero como instrumento de las necesidades del mercado y acercarse más a representar y mejorar el mundo que habita, cuestionando la racionalidad científico-técnica como único y principal discurso reconocido.

El mundo actual pone las herramientas tecnológicas al alcance de las masas; actores de todo tipo se están apropiando de saberes que otrora le pertenecían exclusivamente al ingeniero de sistemas. Hoy en día cualquier persona podría programar, crear aplicaciones e incursionar en el mercado de la tecnología. En ese sentido, el ingeniero tiene la obligación de reevaluar su papel; es fundamental que entienda que la tecnología no reemplaza la capacidad de análisis e interpretación humana y se posicione no como productor de tecnología, sino que avance hacia un conocimiento sistémico tanto de los procesos sociales globales que transforman el mundo, como, especialmente, de los problemas contemporáneos de su comunidad. Es así como genera valor agregado y es partícipe esencial de la transformación del país.

Pero esta labor no es una misión de individuos agrupados bajo corporaciones, sino un ejercicio de colectivos conscientes de los retos que enfrenta el mundo, y de las grandes posibilidades que les provee una tecnología apropiada socialmente. Cocreación e inteligencia colectiva han de constituirse en los nuevos paradigmas sociales que circulen por todo el ecosistema universidad-formación-ingeniero-empresa-economía. El trabajo hoy día es el producto del pensamiento y es el pensamiento, como lo ha sido a lo largo de la historia, el gran transformador de la humanidad.

El ingeniero de sistemas técnico puede ser también un ingeniero humanístico y social que democratice tanto el diseño y uso de la tecnología, como el imaginario tecnológico. El diseño de la tecnología se constituye en un escenario determinante de posibilidades democráticas que propicien la emergencia de resistencias en todos los niveles, y el ingeniero de sistemas no puede seguir siendo ajeno a ello.

6. Referencias

- ACM, IEEE. (2013). Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science. *The Joint Task Force on Computing Curricula Association for Computing Machinery (ACM) IEEE Computer Society*.
- ACOFI - ICFES. (1996). *Actualización y Modernización Curricular en Ingeniería de Sistemas*. Recuperado el 6 de septiembre de 2016, de <http://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2013/08/Actualizaci%C3%B3n-y-Modernizaci%C3%B3n-Curricular-Ingenier%C3%ADa-de-Sistemas-1996.pdf>
- ACOFI - ICFES. (2000). *Nomenclatura de títulos de pregrado en Ingeniería en Colombia*. Bogotá.
- ACOFI - ICFES. (2005). *Marco de fundamentación conceptual. Especificaciones de Prueba ECAES en Ingeniería de Sistemas*. Versión 6.0. Bogotá.
- ACOFI. (2007). *El ingeniero colombiano del año 2020. Retos para su formación*. Bogotá.
- Arellano H., A. (2000). La filosofía de Michel Serres: una moral de base objetiva. *Convergencia*. Revista de Ciencias Sociales, 31-47.
- Barnett, R. (2001). *Los límites de la competencia. El conocimiento, la educación superior y la sociedad*. Barcelona: Gedisa.

- Baxter, G., & Sommerville, I. (2011). *Socio-technical systems: From design methods to systems engineering*. *Interacting with Computers* (23), 4-17.
- Broncano, F. (2011). *La ingeniería como una disciplina humanística. El ingeniero como intérprete de los artefactos*. Acciones y Cambios en las Facultades de Ingeniería. ACOFI.
- Brown, P., Lauder, H., & Ashton, D. (2011). *The Global Auction: The Broken Promises of Education, Jobs and Incomes*. New York: Oxford University Press.
- Castillo, J. J. (2009). *Las fábricas de software en España: organización y división del trabajo. El trabajo fluido en la sociedad de la información*. Trabajo y Sociedad, XI (12).
- Cecez-Kecmanovic, D. (2001). Doing Critical IS Research: The Question of Methodology. En E. M. Trauth, *Qualitative Research in Information Systems: Issues and Trends* (142-163). Hershey, PA: Idea Group Publishing.
- Cecez-Kecmanovic, D. (2007). *Critical Research in Information Systems: The question of methodology*. European Conference on Information Systems (ECIS) (1446-1457). St. Gallen, Switzerland: AIS Electronic Library (AISeL).
- Certeau De, M. (2000). *La invención de lo cotidiano*. I. Artes de Hacer. México D.F.: Universidad Iberoamericana.
- Cohen, D. (2001). *Nuestros tiempos modernos*, Kriterion. Barcelona: Tusquets.

Denning, P. (1992). *Educating a new engineer*. Communications of the ACM, 35 (12), 82-97.

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación Universidad de los Andes.
(2011). *Modelo de Diseño Curricular en Ingeniería de Sistemas y Computación*. Bogotá: Universidad de los Andes.

Derrida, J. (2002). *La universidad sin condición*. Madrid: Trotta.

Escobar, A. (2005). Bienvenidos a cyberia. Notas para una antropología de la cibercultura. *Revista de Estudios Sociales*, 15-35.

Feenberg, A. (1991). *Teoría Crítica de la Tecnología - El parlamento de las cosas*. Recuperado el 30 de septiembre de 2013, de http://www.sfu.ca/~andrewf/books/Span_El_Parlamento_de_las_Cosas.pdf

Feenberg, A. (1992). *Racionalización Democrática: Tecnología, Poder y Libertad*. Recuperado el 26 de noviembre de 2013, de http://www.sfu.ca/~andrewf/demspanish.htm#_edn1

Feenberg, A. (2005). Teoría Crítica de la Tecnología. *CTS - Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 2 (5), 109-123.

Feenberg, A. (2012). *Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Feenberg, A., & Feng, P. (2008). Thinking about design: Critical theory of technology and the design process. En P. Vermaas, P., Kroes, A. Light, & S. Moore,

- Philosophy and Design: From Engineering to Architecture* (105-118). Springer Netherlands.
- Flores, F., & Winograd, T. (1989). *Hacia la comprensión de la informática y cognición. Ordenadores y conocimiento: fundamentos para el diseño del siglo XXI*. Barcelona: Editorial Hispano Europea.
- Foucault, M. (1980). *Power/Knowledge. Selected Interviews and other writings*. 1972-1977. New York: Pantheon Books.
- Garzías Parra, J., & Piattini Velthuis, M. (2007). *Fábricas de software: Experiencias, Tecnologías y Organización*. Madrid: RA-MA.
- Giuliano, H. G. (2013). La teoría crítica de la tecnología: una aproximación desde la ingeniería. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 8 (24), 65-76.
- Heidegger, M. (1994). La pregunta por la técnica. En M. Heidegger, *Conferencias y artículos* (9-37). Barcelona: Ediciones del Serbal.
- Hernández P, G. A., & Martínez N, Á. A. (2009). Ingeniería de Sistemas: Retrospectiva y desafíos. *Revista Unimar*, 97-109.
- Hirschhorn, L. (1984). *Beyond Mechanization: Work and Technology in a Postindustrial Age*. Cambridge: MIT Press.
- Infosys - Universidad EAFIT. (2014). *Brecha de talento digital*. Bogotá.

- Insuasti, J. (2013). Ciencias de la Computación: ¿un reto para el pensamiento decolonial? *Revista Criterios*, 20 (1), 91-99.
- Klein, H. K., & Myers, M. D. (1999). A set of principles for conducting and evaluating interpretive field studies in information systems. *Journal MIS Quarterly - Special issue on intensive research in information systems*, 67-93.
- Kling, R. (1999). ¿What is Social Informatics and Why Does it Matter? *D-Lib Magazine*, 5 (1).
- Lévy, P. (2011). *Cibercultura: La cultura de la sociedad digital*. Barcelona: Anthropos Editorial.
- McGrath, K. (2005). Doing critical research in information systems: a case of theory and practice not informing each other. *Info Systems J.*, 85-10.
- Medinilla, N. (2005). *En busca de respuestas para la ingeniería software*. Recuperado el 2 de octubre de 2014, de Unidad Docente de Ingeniería del Software - Facultad de Informática - Universidad Politécnica de Madrid: <http://is.ls.fi.upm.es/docencia/proyecto/docs/FilosofiaIS.pdf>
- Medinilla, N., & Gutiérrez, I. (2006). *La incertidumbre como herramienta de la ingeniería de software*. JISBD - Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, (423-432). Sitges, Barcelona.
- Mejía, J. E. (1990). *Sobre la formación matemática en las carreras de ingeniería*. Cuarto Seminario de Educación Tecnológica y Técnica.

- Mignolo, W. (2010). *Cosmopolitanism and the De-colonial Option*. *Studies in Philosophy and Education*, 29 (2), 111-127.
- Molano Camargo, M., & Neira Sánchez, F. (2009). Acreditación de alta calidad, una mirada crítica. *Revista de la Universidad de La Salle. Ingenierías y Arquitectura* (48), 140-155.
- Murray, J. (2012). *Inventing the Medium - Principles of Interaction Design as a Cultural Practice*. The MIT Press.
- Nussbaum, M. (2010). *Sin fines de lucro. Por qué la democracia necesita de las humanidades*. Buenos Aires: Katz Editores.
- Ocampo, J., Rincón, J., Ospina, C., Bermúdez, H., & Galvis, D. (2015). *La interdisciplinariedad y la educación integral en los ciclos de formación de los ingenieros*. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI. Cartagena: Universidad del Quindío.
- Parra Castrillón, E., & Londoño Giraldo, E. (2007). Resultados de investigación. Impacto del egresado del programa de Ingeniería Informática y su desempeño con respecto a la industria del software. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte* (22), 1-16.
- Prasad, M. (1998). *International Capital on "Silicon Plateau": Work and Control in India's Computer Industry*. *Social Forces*, 77 (2), 429-452.
- Quintanilla, M. A. (1998). *Técnica y Cultura*. Teorema, XVII (3).

- Richardson, H., Tapia, A., & Kvasny, L. (2006). *Applying Critical Theory to the Study of ICT. Social Science Computer Review*, 267-273.
- Sena - MinTIC - Fedesoft. (2015). *Caracterización del sector teleinformática, software y TIC en Colombia*.
- Simondon, G. (2007). *El modo de existencia de los objetos técnicos*. Buenos Aires: Prometeo Libros.
- Stroustrup, B. (2010). *What Should We Teach New Software Developers? Why?* Communications of the ACM, 53 (1), 40-42.
- Tapias García, H. (1999). *Un ingeniero para el futuro de Colombia*. Colombia, Ciencia y Tecnología, 17 (02).
- Ulloa, G., Villegas, N., & Céspedes, S. (2014). *Proceso de implementación de CDIO - Universidad ICESI*. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2014. Nuevos escenarios en la enseñanza de la ingeniería (1-9). Cartagena: ACOFI.
- Valencia, A., & Fernández McCann, D. (2012). *¿Cómo están acreditados los programas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia? Ingeniería y Sociedad*, 2-17.
- Valencia, A., Mejía, L., Muñoz, L., Ochoa, J., Parra, C. M., & Restrepo, G. (2005). La formación sociohumanística en los programas de pregrado de ingeniería de la Universidad de Antioquia. *Revista Facultad de Ingeniería*, 59-71.

Varela, F. (2005). *Conocer. Las ciencias cognitivas: tendencias y perspectivas. Cartografía de las ideas actuales*. Barcelona: Editorial Gedisa.

Yepes Ocampo, J. (2005). El currículo universitario desde la perspectiva crítica. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1 (1), 11-20.